



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI  
Fakulta textilní



# STUDIUM VLASTNOSTÍ OBJEMNÝCH TERMICKY POJENÝCH NETKANÝCH TEXTILIÍ

## Bakalářská práce

*Studijní program:* B3107 – Textil  
*Studijní obor:* 3107R007 – Textilní marketing  
*Autor práce:* **Michaela Řeháková**  
*Vedoucí práce:* Ing. Jiří Chaloupek, Ph.D.





# STUDY OF THE PARAMETERS OF BULK THERMAL BONDED NONWOVENS

## Bachelor thesis

*Study programme:* B3107 – Textil  
*Study branch:* 3107R007 – Textile marketing  
*Author:* **Michaela Řeháková**  
*Supervisor:* Ing. Jiří Chaloupek, Ph.D.



## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Michaela Řeháková**  
Osobní číslo: **T12000330**  
Studijní program: **B3107 Textil**  
Studijní obor: **Textilní marketing**  
Název tématu: **Studium vlastností objemných termicky pojených netkaných textilií**  
Zadávací katedra: **Katedra hodnocení textilií**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Vypracujte rešerši k zadanému tématu, zaměřte se na problematiku výroby a vlastností objemných netkaných textilií.
2. Připravte sérii vzorků lišících se materiálovým složením a způsobem výroby. Vyrobené vzorky testujte na vztlínatost kapalin a na odolnost proti stlačení.
3. Zpracujte a vyhodnoťte získané výsledky.
4. Diskutujte výsledky a porovnejte je s poznatky z rešeršní části práce.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy: **30 - 40 stran**

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. Jirsák, O., Wadsworth, L.C. Nonwoven Textiles, Carolina Academic Press, Durham, NC 1999, ISBN 0-89089-978-8
2. RUSSELL, Edited by S.J. Handbook of nonwovens. Boca Raton, Fla. [etc.] : Cambridge: CRC press ; Woodhead, 2007. ISBN 978-185-5736-030.

Vedoucí bakalářské práce:

**Ing. Jiří Chaloupek, Ph.D.**

Katedra netkaných textilií a nanovláknenných materiálů

Konzultant bakalářské práce:

**Ing. Tomáš Kalous**

Katedra netkaných textilií a nanovláknenných materiálů

Datum zadání bakalářské práce: **16. října 2014**

Termín odevzdání bakalářské práce: **14. května 2015**



Ing. Jana Drašarová, Ph.D.  
děkanka



doc. Ing. Vladimír Bajžík, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Liberci dne 16. října 2014

## Prohlášení

Byla jsem seznámena s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědoma povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé bakalářské práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že tištěná verze práce se shoduje s elektronickou verzí, vloženou do IS STAG.

Datum:

Podpis:

## **ANOTACE**

Práce se zabývá zkoumáním vlastností objemných netkaných termicky pojených textilií. Přibližuje technologický postup výroby těchto netkaných textilií. Jsou zde charakterizována nejčastěji používaná vlákna pro výrobu netkaných textilií a bikomponentní vlákna, která mohou sloužit jako pojivo vlákenné vrstvy. V teoretické části nalezneme způsob přípravy vlákenných vrstev a jejich termické pojení.

Součástí této bakalářské práce je experiment, spočívající ve výrobě vzorků netkané objemné termicky pojené textilie. Vzorky vyrobené netkané textilie jsou podrobeny cyklickému namáhání stlačováním. Dále jsou vzorky podrobeny testu vzlínání vody a oleje. Třetí zkouškou je test stlačitelnosti původních a namáhaných vzorků netkané textilie. Závěr práce je věnován porovnání parametrů obou typů vzorků.

Klíčová slova: bikomponentní vlákna, termické pojení, objemné netkané textilie, test vzlínání, test stlačitelnosti.

## **ANNOTATION**

The work deals with researching the properties of bulky nonwoven thermal bonded fabrics. The work describes the technological process of production of nonwoven fabrics. There are characterized the most commonly used fibres for the manufacture of non-wovens and bicomponents fibres, which can be used as a binder of the fibrous layer. We can find the fiber layers are prepared and their thermal bonding in the theoretical part of the work.

Part of this Bachelor thesis is an experiment, consisting of the production of samples of bulky nonwoven thermal bonded fabrics. The samples of the produced nonwovens were tested by cyclical stress by compressing. The samples were tested by the capillary action of water and oil too. The third exam was to compare the compressibility of the original and stressed samples of nonwoven fabrics. The final part of this work represents comparing and interpreting the tests results.

Keywords: bicomponents fibres, thermal bonding, bulky nonwovens, capillary action test, test of compressibility.

## **Poděkování**

Chtěla bych poděkovat všem, kteří mě při psaní této práce podporovali. Nejdříve děkuji svému vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Jiřímu Chaloupkovi, Ph.D za odborné vedení, pomoc a cenné rady při zpracování této práce. Děkuji také za jeho ochotu a čas, který mi věnoval. Dále děkuji zaměstnancům Katedry netkaných textilií a nanovláknenných materiálů.

Děkuji za psychickou podporu a pochopení své rodině a všem svým blízkým.

# OBSAH

<b>ÚVOD .....</b>	<b>1</b>
<b>1. TEORETICKÁ ČÁST .....</b>	<b>2</b>
<b>1.1. Netkané textilie .....</b>	<b>2</b>
1.1.1. Historie netkaných textilií.....	2
1.1.2. Použití netkaných textilií .....	3
1.1.3. Postup výroby netkaných textilií .....	5
<b>1.2. Vlákná pro výrobu netkaných textilií.....</b>	<b>6</b>
1.2.1. Nejvíce používaná vlákna v netkaných textiliích .....	6
1.2.2. Základní vlastnosti vláken.....	8
1.2.3. Historie výroby bikomponentních vláken.....	9
1.2.4. Způsob výroby bikomponentních vláken .....	9
<b>1.3. Technologie výroby netkaných textilií.....</b>	<b>13</b>
1.3.1. Výroba pavučiny na mykacím stroji.....	13
1.3.2. Podélné vrstvení .....	15
1.3.3. Příčné kladení .....	16
1.3.4. Kolmé kladení .....	16
1.3.5. Technologie Struto .....	17
1.3.6. Termické zpevňování .....	22
1.3.7. Směs základních a pojivých vláken .....	22



1.3.8.	Folie nebo mřížka .....	23
1.3.9.	Teplovzdušné pojení.....	25
<b>2.</b>	<b>EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST .....</b>	<b>27</b>
<b>2.1.</b>	<b>Parametry použitého materiálu a vzorků .....</b>	<b>27</b>
<b>2.2.</b>	<b>Postup výroby vzorků.....</b>	<b>28</b>
2.2.1.	Vážení a směsování .....	28
2.2.2.	Mykání.....	28
2.2.3.	Termické pojení .....	28
<b>2.3.</b>	<b>Měření .....</b>	<b>29</b>
2.3.1.	Namáhání vzorků stlačováním .....	29
2.3.2.	Měření vztlakovosti .....	30
2.3.3.	Měření stlačitelnosti.....	32
<b>2.4.</b>	<b>Vyhodnocení měření .....</b>	<b>34</b>
	<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>39</b>
	<b>LITERATURA.....</b>	<b>40</b>
	Zdroje obrázků .....	42
	<b>PŘÍLOHY .....</b>	<b>44</b>

## ÚVOD

V současné době patří výroba netkaných textilií mezi rychle se rozvíjející obor textilní výroby. Nejen, že má dávnou historii, jejíž stručný přehled naleznete v kapitole 1.1.1, má také zajímavou současnost a slibnou budoucnost. Aniž bychom si to uvědomovali, výrobky z netkaných textilií jsou dnes již samozřejmou součástí našeho života.

Tato bakalářská práce se zaměřuje na objemné netkané textilie, které mají technické využití. Na těchto textiliích je provedena zkouška namáhání stlačováním a poté je zjišťováno, zda se vlastnosti cyklicky namáhaných vzorků liší od vlastností vzorků původních. Vzhledem k technickému využití objemných netkaných textilií byly realizovány zkoušky vzlínání a cyklického zatěžování. Tato práce je rozdělena na teoretickou a experimentální část.

Teoretická část se zabývá popisem technologií výroby netkané textilie a zpevnění vlákenné vrstvy. Způsob výroby je zásadní, protože ovlivňuje vlastnosti vyráběné objemné termicky pojené netkané textilie. V kapitole 1.2 jsou stručně charakterizována vlákna, která se nejvíce používají při výrobě netkaných textilií. Nalezneme zde údaje o základních i pojivých bikomponentních vláknech. Dále je v kapitole 1.3 přiblížena technologie výroby pavučiny na mykacím stroji, podélné vrstvení, příčné kladení a kolmé kladení vlákenné vrstvy. Je zde zmíněna Struto technologie, výhody jejího použití a vlastnosti netkaných textilií vyrobených touto technologií. Následuje popis technologie termického zpevňování.

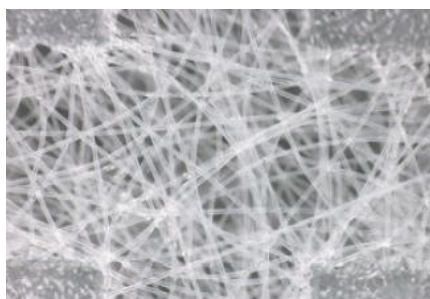
Experimentální část začíná kapitolou 2.1, která popisuje parametry použitého materiálu a vzorků, v kapitole 2.2 je uveden postup výroby vzorků a kapitola 2.3 uvádí průběh namáhání vzorků stlačováním, postup provedení a zaznamenání výsledků zkoušky vzlínání a nalezneme zde také popis testu stlačitelnosti. V závěrečné kapitole 2.4 jsou vyhodnoceny a porovnány výsledky experimentu.

Cílem této práce je zjistit, jakým způsobem (a zda vůbec) namáhání objemné netkané textilie stlačováním ovlivní její sorpční a mechanické vlastnosti.

# 1. TEORETICKÁ ČÁST

## 1.1. Netkané textilie

Netkané textilie zahrnují širokou škálu výrobků, které se mezi sebou liší technologií výroby a strukturou. Obecně je pojem netkaná textilie (Obr. 1) možné definovat známým způsobem –, „jedná se o vrstvu vyrobenou z jednosměrně nebo náhodně orientovaných vláken, spojených třením, kohezí anebo adhezí s výjimkou papíru a výrobků vyrobených tkaním, pletením, všíváním, proplétáním nebo plstěním“. Jinými slovy nevyrábí se příze, která by byla následně tkaním, pletením a dalšími výše uvedenými technologiemi dále zpracovávána.



Obrázek 1 detail netkané textilie dle [1]

### 1.1.1. Historie netkaných textilií

Historii netkaných textilií můžeme rozdělit do několika období, které se mezi sebou liší především důvody, které k jejich výrobě vedly. První netkaná textilie měla podobu plsti. Podle doložených informací právě tímto způsobem zpracovával člověk zvířecí srst. Způsob výroby textilních útvaru plstěním, spočívá v současném působení vody, tepla, chemikálií a popřípadě mechanických vlivů. Tyto postupy jsou dodnes používány při průmyslové výrobě plsti, nebo je můžeme nalézt u některých stepních národů. Takto vyrobené textilie sloužily především jako pokrývky a ke stavbě obydlí. Kromě plstí byly v Mezopotámii nalezeny zbytky slaměných rohoží, které sloužily jako výztuže stavebních konstrukcí. Použití netkaných textilií ve stavebnictví dnes opět zaznamenává rozmach.

Dalším stadiem vývoje výroby netkaných textilií bylo zpracování technologických odpadů (Obr. 2), které vznikají v každé textilní výrobě. Protože tento technologický odpad nelze z důvodu vyššího obsahu nečistot, malé délky vláken či

z jiných důvodů znovu využít při výrobě nití, byla vyvinuta technologie vpichování. Tato technologie umožnila zpracovat odpad a vyrobit textilií s podobnými vlastnostmi jako má plst.

Výroba netkaných textilií se brzy ukázala jako efektivnější a levnější metoda výroby plošných textilních útvarů, než je například metoda výroby nití a následné pletení nebo tkaní. Z tohoto důvodu byly ve Spojených státech a Československu vyvinuty technologie přímé tvorby vláknenné vrstvy a její mechanické, termické či chemické zpevňování. [1]

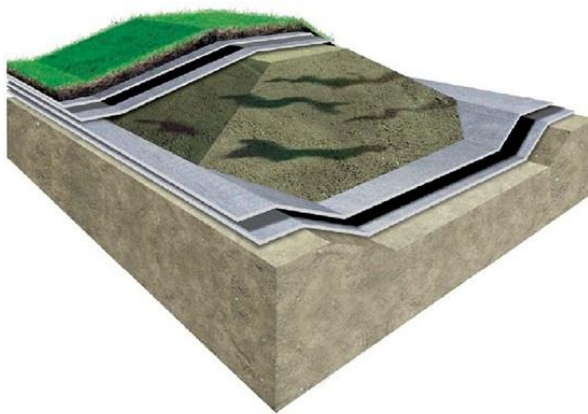


Obrázek 2 Netkaná textilie z odpadových vláken dle [2]

### 1.1.2. Použití netkaných textilií

V současné době je klíčovým důvodem rozvoje výroby NT snaha o přípravu a výrobu materiálů nových a specifických vlastností, které nelze vyrábět jinými technologiemi. Jedná se především o technické textilie, jako jsou například filtry, konstrukční materiály pro stavební, automobilový, letecký a kosmický výzkum, tepelně izolační výrobky, oděvní, dekorační, ochranné a zdravotnické textilie.

Konkrétně jsou geotextilie (Obr. 3) vyrobené netkaným způsobem výroby používány jako podkladový materiál při stavbě silnic, základů staveb, vytváření drenáží nebo zpevnění svahů proti erozi. Geotextilie plní tedy funkci výztužnou, separační a filtrační. Jejich použití vede ke snížení nákladů ve stavebnictví a prodloužení životnosti staveb.



Obrázek 3 Geotextilie dle [3]

Mezi bytové netkané textilie lze zařadit koberce (jejich podkladové textilie), závěsy, svatební dekorace (Obr. 4), ubrusoviny, mycí hadry nebo prachovky. Mohou sloužit také jako začišťovací textilie na zadních nebo spodních částech nábytku.



Obrázek 4 Dekorační netkané textilie dle [4]

Výroba filtrů, důležitá především kvůli ochraně životního prostředí, patří k dalšímu oboru, ve kterém se netkané textilie uplatňují. Jedná se o filtry pro čištění vzduchu, přípravu sterilního vzduchu v bioprovozech, potravinářské nebo automobilové filtry.

Zdravotnické textilie zahrnují nejen jednorázové operační oděvy nebo ložní prádlo, ale také výrobky pro osobní hygienu dětí (Obr. 5) a dospělých (vložky, pleny a jiné).



**Obrázek 5 Jednorázová plena z netkané textilie dle [5]**

Velmi široké uplatnění mají netkané textilie v automobilovém průmyslu. Slouží pro výrobu olejových nebo klimatizačních filtrů, akustických nebo tepelných izolací, airbagů, potahů sedaček, interiéru (Obr. 6) a zavazadlových prostorů.



**Obrázek 6 Interiér automobilu z netkané textilie dle [6]**

Nejúspěšnější výrobci netkaných textilií dnes disponují specializovanými strojními zařízeními a svou výrobu stavějí na samostatném vývoji nejnovějších technologií. Zákazníkům jsou schopni doporučit nové aplikační možnosti využití netkaných textilií. [2]

### **1.1.3. Postup výroby netkaných textilií**

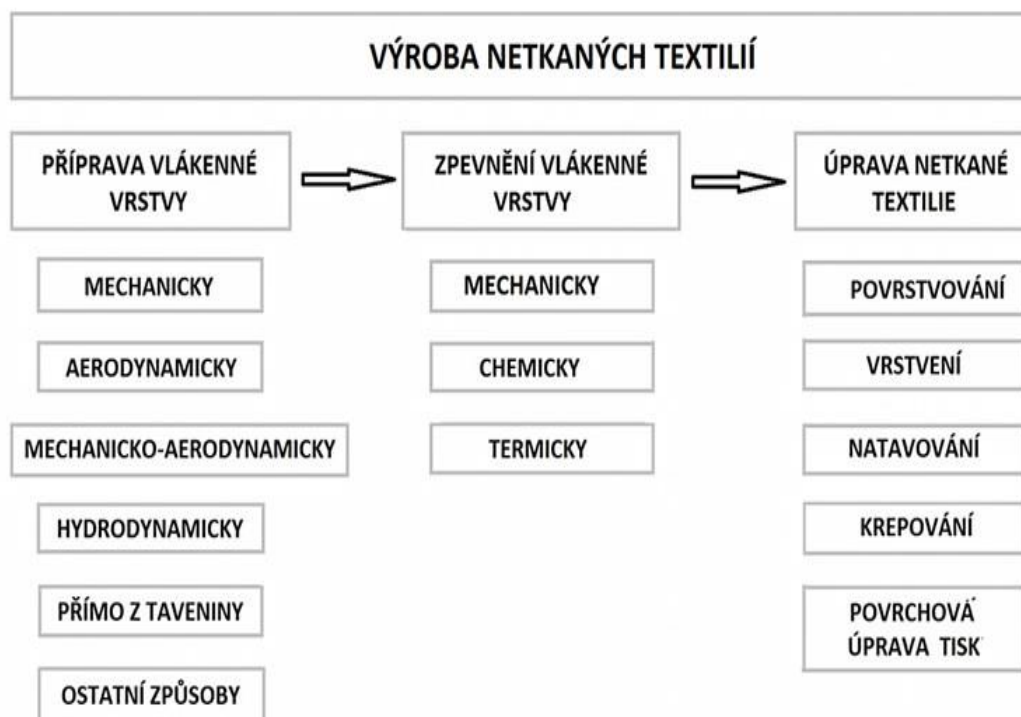
Postup výroby netkaných textilií lze rozdělit do těchto fází:

1. příprava vláknenných surovin – zahrnuje otvírání balíků, rozvolňování, mísení, špikování aj.
2. výrobní technologie – příprava vláknenné vrstvy, zpevnění vláknenné vrstvy, ořezávání okrajů, řezání, navíjení.
3. Úprava, vrstvení, povrstvování apod.

Tento postup nemusí být při výrobě NT dodržen, některé fáze výroby mohou být vynechány nebo sdruženy. Na první pohled je zřejmé, že hlavním důvodem realizace a

rozvoje výroby NT je jednoduchost postupu výroby, pokud ji srovnáme s výrobou textilií tkaním nebo pletením. Odpadá zde potřeba vyrobit nit.

Základní technologie výroby a vazby mezi nimi jsou znázorněny na obrázku 7. Obecně lze tvrdit, že k rozvoji technologií a samotné výroby netkaných textilií dochází především z důvodu možnosti výroby velkých objemů, nízké ceny a široké škály využití, zejména technických textilií [3].



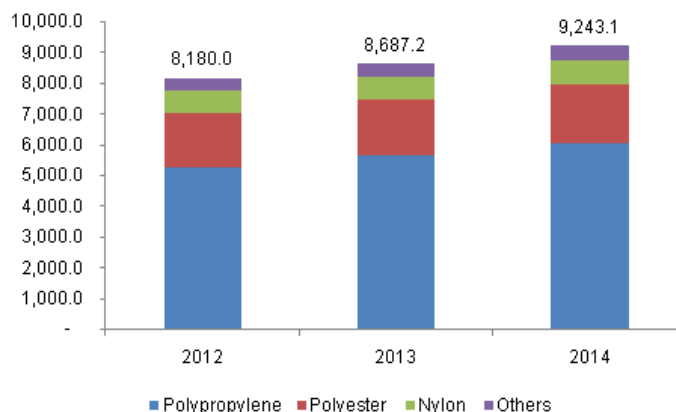
Obrázek 7 Základní technologie výroby netkaných textilií dle [7]

## 1.2. Vlákna pro výrobu netkaných textilií

### 1.2.1. Nejvíce používaná vlákna v netkaných textiliích

V současné době tvoří podstatnou část surovinové základny pro netkané textilie syntetická vlákna a pojiva vyrobená z polymerů ( Graf na obr. 8). Přírodní vlákna, především bavlna a vlna mají zastoupení pouhých 5%. Hlavním důvodem tak rozsáhlého použití syntetických vláken je jejich cenová dostupnost a dobré vlastnosti, jako například vysoká pevnost v tahu a oděru, nemačkavost, jemnost, odolnost vůči hmyzu a rychlé schnutí. Syntetická vlákna se často kombinují s přírodními vlákny a

jejich dobré vlastnosti se tím ještě zvyšují. Mezi horší vlastnosti syntetických vláken patří nedostatečná propustnost vlhkosti a vzduchu, hořlavost nebo vznik statické elektřiny [4].



Obrázek 8 Graf zastoupení jednotlivých syntetických vláken (t) ve výrobě NT dle [8]

Typy a obecné vlastnosti vláken, která jsou nejčastěji používána k výrobě netkaných textilií, jsou uvedeny v tabulce 1.

Tabulka 1 Vlastnosti vláken používaných k výrobě NT

Typ vlákna	Dobré vlastnosti	Špatné vlastnosti	Teploty tání a měknutí tepelná odolnost
<b>Polypropylenová vlákna</b>	minimální navlhavost, výborná odolnost vůči chemikáliím s výjimkou dlouhodobého působení olejů	nižší tepelná odolnost (Tf), nemožnost povrchového barvení, nižší schopnost zotavení po deformaci, nízká odolnost vůči ultrafialovému záření	teplota tání 170°C, teplota měknutí 145 - 155°C, tepelná odolnost výrobků do 110°C
<b>Polyesterová vlákna</b>	dobrá schopnost zotavení, vysoká pružnost, dobrá odolnost vůči chemikáliím včetně dlouhodobého účinku s výjimkou kyselin a zásad	náročnější barvení, žmolkování	teplota tání 256°C, tepelná odolnost výrobků 180 - 200 °C
<b>Celulózová vlákna</b>	vysoká sorpce vody, dobré hygienické vlastnosti výrobků, dobrá zpracovatelnost a barvitelnost	nízká pevnost za mokra, nízká odolnost vůči oděru, vlhkosti a hydrolýze	
<b>Polyamid 6.6 Polyamid 6</b>	dobrá pevnost za mokra, dobrá stálost na světle, dobrá barvitelnost	nižší odolnost vůči kyselinám, nižší objemnost	teplota tání (Polyamid 6.6) 250°C teplota tání (Polyamid 6) 215°C



Platí, že je nutné vlákna posoudit ze dvou klíčových hledisek:

- zpracovatelnost v jednotlivých výrobních technologiích
- vliv vlastností vláken na vlastnosti vyrobené netkané textilie

### **1.2.2. Základní vlastnosti vláken**

Mezi základní vlastnosti vláken patří délková hmotnost vláken. Jedná se o poměr hmotnosti (v gramech) a délky (v km) vlákna. Délková hmotnost může být označována jako jemnost. Jednotkou je dtex. Běžná vlákna mají jemnost od 1,3 do 20 dtex. Pro speciální účely se používají jemnější vlákna (0,5 dtex) nebo extrémně hrubá vlákna (až 200 dtex).

Dalším důležitým parametrem při posuzování vlastností vláken je délka řezu stříže. Při výrobě netkaných textilií se mnohdy jedná o klíčový parametr. Při tvorbě vláknenné vrstvy z kapalně nebo vzdušné disperze nesmí jejich nesprávná délka způsobovat vzájemné zaplétání vláken, které vede ke tvorbě shluků a v konečném důsledku k nestejnomyšlnosti výrobku. Pro mechanické procesy se délka pohybuje mezi 40 a 85 mm, pro technologii naplavování mezi 2 a 30 mm a pro elektrostatické zvlákňování by měla být méně než 5 mm.

Kromě odpovídající délky je při tvorbě pavučiny důležitá obloučkovitost, tedy tvarování vláken. Vyjadřuje se počtem obloučků na 10 mm jejich délky. U středně tvarovaných stříží se setkáme s 3 až 5 obloučky na 10 mm, vysoce tvarované stříže mohou mít až 15 obloučků na 10 mm délky a používají se k výrobě vysoce objemných a vysoce elastických textilií.

Povrchové vlastnosti vlákna, zejména hladkost, koeficient tření, smáčivost vodou, oleji a pojivy nebo sklon k tvorbě elektrostatického náboje jednoznačně ovlivňuje druh a typ nanášené aviváže (neboli preparace). Jedná se například o směs olejů a komponent, rozpuštěnou ve vodě. Použití vhodné aviváže je důležitým krokem zejména při výrobě netkaných textilií pojením. Jedním z důvodů je skutečnost, že aviváž v netkané textilii zůstává a může tudíž ovlivnit její hygienické a další vlastnosti.

Mezi nežádoucí vlastnosti vláken patří jejich srážlivost. Jednoduše řečeno zkracování vláken působením tepla, které vede ke změně rozměrů výrobků. Tato vlastnost se ale dá také využít, použijeme-li vysoce srážlivá vlákna ke zpevnění vláknenných vrstev. Abychom srážlivost snížili, je nutné vlákna dloužit a následně fixovat [5].

### **1.2.3. Historie výroby bikomponentních vláken**

První dvousložkové vlákno představila firma Dupont v polovině roku 1960. Jednalo se o vlákno typu „bok po boku“ s názvem "cantrese" a bylo vyrobeno ze dvou nylonových polymerů, které tvořily vysoce elastické vlákno. V roce 1970, se různá bikomponentní vlákna začala vyrábět v Asii, především v Japonsku. Tato výroba se ale později ukázala jako technicky nevyhovující a nákladná. V roce 1989 byl vyvinut nový způsob výroby bikomponentních vláken aplikací tenkých plochých desek s otvory a drážkami, pomocí kterých byly polymery zvlákňovány. Tento proces byl shledán velmi flexibilním a cenově výhodným.

Největšími výrobci jsou Japonsko a Korea, kde obrat výroby bikomponentních vláken dosahuje 2 mil. liber ročně. V USA v současné době drží vedení firma Hoechst Celanese s obratem kolem 60.000.000 liber. Další světoví výrobci jsou například Foss, International Polymers Inc. nebo Fiber Visions. Současná produkce bikomponentních vláken na celém světě tvoří jen zlomek z 25 milionů tun synteticky vyrobených vláken, v příštích deseti letech je očekáván výrazný nárůst [6].

### **1.2.4. Způsob výroby bikomponentních vláken**

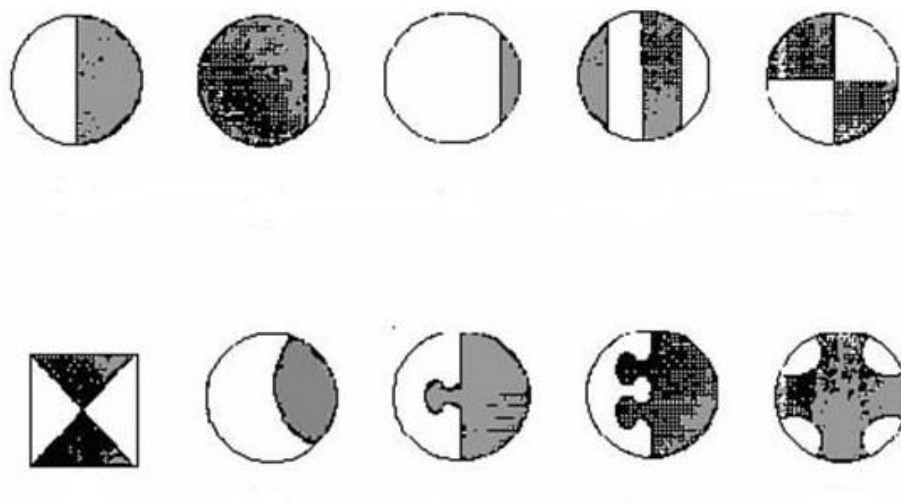
Vyrábějí se zvlákňováním nejčastěji dvou různých polymerů pomocí zvláštní zvlákňovací trubice. Bikomponentní vlákna se mohou směšovat se základními vlákny nebo se používají samotná. Základní dvouvrstvé struktury jsou složeny ze dvou polymerů, které mají různou teplotu tání. Nejčastěji je při výrobě bikomponentních vláken použit polyester jako výše tající složka a kopolyester nebo polypropylen jako níže tající složka. Díky těmto rozdílným vlastnostem použitých polymerů, konkrétně jádru, které má vyšší teplotu tání než obal, se bikomponentní vlákno při pojení nezbortí a výrobky mají vyšší objemnost. Adhezní (bodové) spoje vznikají v místech křížení vláken. Větší část vláken mezi spoji tak získá určitou pohyblivost. Produkt má dobrou

ohybnost a nízký počáteční modul v tahu. Vícevrstvé struktury se používají při výrobě vysoce kvalitních syntetických usní [7].

### Existují dva základní typy bikomponentních vláken

#### Dvouvrstvé struktury:

Typ S/S (side by side) vzniká spojením dvou složek (Obr. 9) ve formě roztoku nebo taveniny ve zvlákňovací trysce nebo těsně za ní (vzájemné lepení). Obloučkování se dosahuje různou srážlivostí a bobtnatostí komponent. Vzniknou trvale zkadeřená vlákna. Některá vlákna mohou mít „vratnou“ obloučkovitost, která spočívá v tom, že po namočení vlákna do vody zkadeření zmizí a po jeho usušení je vlákno opět zkadeřené. Ve většině případů je nutná velmi dobrá přilnavost vláken. V opačném případě by došlo ke vzniku dvou vláken různého složení.



Obrázek 9 Různá uspořádání vláken typu S/S dle [9]

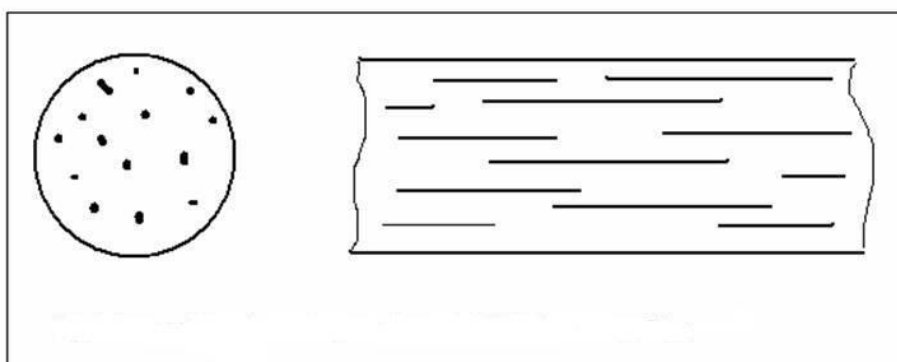
Typ C/S (core – sheath) vzniká použitím speciální trysky, umožňující obklopení jednoho proudu taveniny (jádro) jiným proudem taveniny (plášť). Je vyrobena vhodná povrchová modifikace (antistatické vlákno, nehořlavé vlákno). Možné kombinace těchto typů vláken (Obr. 10) jsou PE/PP, PE/PET, Co-PET/PET a PP/PET. Pro integritu vlákna není vždy nutná přilnavost jeho složek. Obal takto vyrobeného vlákna může získat vlastnosti jednoho z polymerů, například vysoký lesk nebo snadnou barvitelnost. Jádro si přitom zachová svou pevnost.



Obrázek 10 Různá uspořádání vláken typu C/S dle [9]

### Vícevrstvé struktury:

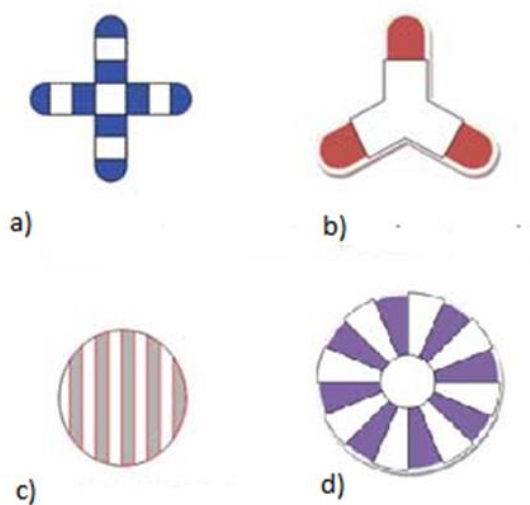
Typ M/F (islands in the sea) vzniká ze dvou polymerů, které se spojují před společným zvlákněním, takže do matrice vniknou krátké nebo i velmi dlouhé fibrily (Obr. 11). U tohoto typu vláken se změní vlastnosti obou komponent, například afinita k barvivům. „Ostrovy“ tvoří zpravidla polymery s dobrou zvláknovací schopností, jako například polyester, polypropylen nebo nylon a „moře“ tvoří ve vodě rozpustné polymery jako například polyvinylalkohol. Jedná se v podstatě o suspenzi jednoho polymeru formou kapiček v druhé tavenině. Při výrobě tohoto typu bikomponentního vlákna je důležité chlazení bezprostředně pod zvláknovacími otvory. Vlákná se využívají pro tvorbu mikrovláken, respektive dutých vláken.



Obrázek 11 Vláknó typu M/F dle [9]

Typy MS/S (multiple side by side), MR (multiple radial), MC (multi core), atd. kde je vlákno tvořeno zpravidla 16 segmenty. Tato struktura se běžně označuje jako „segmentovaná struktura koláče“ nebo „citrusů“. Pavučina je vystavena vysokotlakému proudu vzduchu nebo vody, dojde k rozštěpení vláken a spojení pavučiny. Pro ulehčení

procesu mykání se používají struktury vláken (Obr. 12 a) b)) a pro ulehčení procesu rozštěpení se používají pozměněné struktury vláken (Obr. 12c) d)). [8]



Obrázek 12 Typ M/S struktura segmentová dle [9]

Netkané textilie vyrobené z bikomponentních vláken (Obr. 13) se používají především při výrobě:

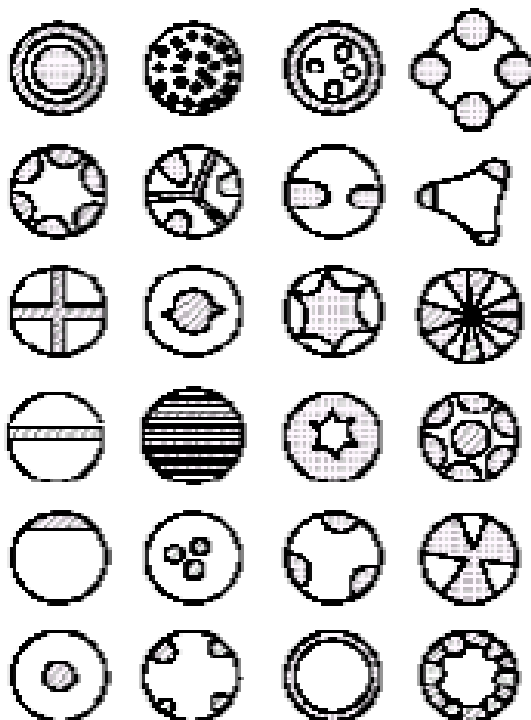
- dětských plen, inkontinentních podložek, hygienických a kosmetických výrobků
- vlhčených ubrousků
- jednorázových oděvů do zdravotnictví
- filtrů

#### Vlákna modifikovaná ve hmotě

Tato vlákna se vyrábějí většinou přidáním různých aditiv do polymerů před zvláknováním. Vyrábějí se za účelem lepší zpracovatelnosti vláken nebo za účelem dosažení specifických vlastností. Tyto vlastnosti si vlákna a výrobky z nich většinou udrží i po praní a chemickém čištění. Příkladem jsou vlákna nehořlavá, odolná proti ultrafialovému záření, antistatická, povrchově barvitelná apod.

## Vlákna modifikovaná na povrchu

Jedním z příkladů úpravy těchto vláken je povrchová silanizace, další skupinou jsou vlákna metalizovaná, vyráběná například pokovením polyakrylových vláken mědí nebo niklem chemickou redukcí těchto kovů. [9]



Obrázek 13 Různé typy bikomponentních vláken dle [10]

### 1.3. Technologie výroby netkaných textilií

#### 1.3.1. Výroba pavučiny na mykacím stroji

Procesu výroby pavučiny předchází rozvolnění, pročechrání a následné promísení vláken. Potřebujeme získat stejnoměrnou směs. Tyto operace jsou nezbytné a mají vliv na kvalitu a podobu vlákenné pavučiny. V případě zpracování přírodních vláken je nutné odstranit z balíků nečistoty, u bavlny to mohou být například zbytky semen, listů, úlomky tobolek. U vlny se můžeme setkat s tukem, potem, špínou a

dalšími nečistotami. Při zpracování syntetických vláken proces odstraňování nečistot odpadá.

Vláknenná pavučina se vyrábí na mykacích strojích. Při výrobě netkaných textilií se častěji používají vlnařské mykací stroje. Konkrétně jsou klasické mykací stroje válcové (Obr. 14). Tyto stroje umožňují na rozdíl od mykacích strojů víčkových (bavlnářských) zpracovávat syntetická vlákna a vyrábět vláknennou pavučinu v šíři 1,5 – 3,5 m. Novější typy válcových mykacích strojů mohou mít výkon až 1000 kg/hod.

Mykací stroje se skládají ze soustavy válců, které jsou opatřeny speciálním drátkovými nebo pilkovými povrchy. Drátkové pracovní povlaky se více opotřebovávají, musí se brousit, zatímco pilkové povrchy se nebrousí, ale převíjí. Vzájemné postavení válců mykacího stroje je závislé na požadované hmotnosti vláknenné vrstvy a na požadované orientaci vláken v pavučině. Hlavní funkcí klasického válcového mykacího stroje je uspořádání a ojednocení vláken převážně ve směru vystupující pavučiny. Pavučina respektive vlákna, která ji tvoří, získají anizotropické uspořádání. [10]



Obrázek 14 Válnový mykací stroj dle [11]

## **Příprava vláknenných vrstev**

Při výrobě netkaných textilií následuje po vytvoření pavučiny její vrstvení nebo kladení. Tyto technologické operace mají za úkol zvýšit plošnou hmotnost pavučiny, dochází k jejímu zpevnění. Získáme lehkou netkanou textilií (Obr. 15).

Výroba vláknenné vrstvy suchou cestou může probíhat mechanicky (vlákna jsou orientována podélně, příčně nebo kolmo), chemicky (orientace vláken je nahodilá) nebo přímo z taveniny (technologemi spunbond, meltblown nebo elektrostatickým zvlákňováním).

### **Mechanické způsoby přípravy vláknenných vrstev:**

- podélné vrstvení
- příčné kladení
- kolmé kladení

#### **1.3.2. Podélné vrstvení**

Jedním ze způsobů zpevnění vláknenné pavučiny, která byla vyrobena na mykacím stroji je její podélné vrstvení. Princip spočívá v uspořádání několika strojů za sebou. Taková zařízení se využívají k výrobě pojených textilií nízkých plošných hmotností, do 100 g/m<sup>2</sup>.

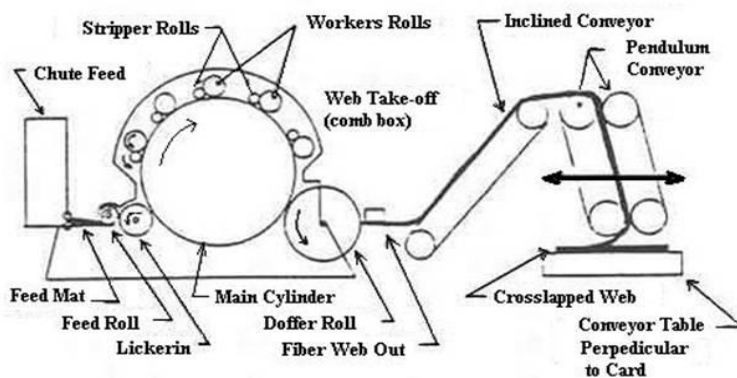


**Obrázek 15** Lehká netkaná textilie dle [12]



### 1.3.3. Příčné kladení

Dalším způsobem zpevnění vláknenné pavučiny je příčné kladení. Jde v podstatě o vytvoření šikmých skladů pomocí speciálních kladečů. Tyto kladeče dělíme na dva základní typy: horizontální a vertikální. Horizontální kladeč je používán více a skládá se z přiváděcího pásu, výkyvného ukládacího pásu a výkyvného kompenzačního pásu (Obr. 16). Jeho výkon je asi 100 m/min. Plošná hmotnost vytvořeného rouna závisí na plošné hmotnosti přiváděné pavučiny, rychlosti pohybu a odvodu vláknenné vrstvy a vyráběné šíři.



Obrázek 16 Příčné kladení horizontálním kladečem dle [13]

### 1.3.4. Kolmé kladení

Výroba vláknenných vrstev kolmým kladením pavučiny byla vyvinuta na katedře netkaných textilií VŠST v Liberci v letech 1988 – 1992. Patří k nejnovějším průmyslově využívaným technologiím v oboru netkaných textilií. Hlavním důvodem vzniku této technologie byla snaha zhotovit vláknennou vrstvu s vyšší odolností vůči stlačení. Díky větší tloušťce textilie roste její výplňková a měkkící schopnost, tepelně izolační vlastnosti nebo odolnost vůči zatížení. Tyto vlastnosti lze využít například v nábytkářském nebo čalounickém průmyslu, při výrobě spacích pytlů a podobně.

U kolmo kladených textilií jsou vlákna ve vláknenné vrstvě orientována převážně kolmo k rovině textilie. V průběhu stlačování jsou namáhána spíše na vzpěr než ohyb,

na rozdíl od podélného vrstvení nebo příčného kladení, kde jsou vlákna orientována převážně horizontálně. Kolmou orientací vláken se dosáhne zvýšení odolnosti vůči stlačení.

Pro výrobu kolmo kladených netkaných textilií se používají dvě zařízení. Prvním je vibrační kolmý kladeč. Skládá se z vibrující pilky, která stahuje shora přiváděnou pavučinu. Pavučina je vedena k pohybujícímu se dopravníku. Vytváří se sklad pavučiny, který je soustavou hladkých jehel z hrany pilky sejmut. Jehly jsou umístěny na spřaženě vibrující pěchovací liště. Vytvořený sejmutý sklad je pěchovací lištou doražen k vlákenné vrstvě. Ta se tvoří a postupuje mezi dopravníkem a drátovým roštem. Dopravník s vytvořenou kolmo kladenou vlákennou vrstvou prochází teplovzdušnou pojící komorou. Díky roztavení termoplastických vláken, obsažených ve vlákenné vrstvě, dojde k jejímu zpevnění.

Druhým používaným zařízením je rotační kolmý kladeč. Hroty pracovních kotoučů, ke kterým je vlákenná pavučina přiváděna, ji formují do kolmých skladů. Tyto kolmé sklady jsou snímány z hrotů soustavou drátů roštu, která se nachází mezi jednotlivými pracovními kotouči. Postup zpevnění vrstvy je shodný jako v prvním případě. [11]

### **1.3.5. Technologie Struto**

V této části práce je popsána technologie kolmého kladení Struto. Je to systém pro výrobu kolmo kladených netkaných textilií se zcela novými vlastnostmi. Základní sestava obsahuje Struto kolmý kladeč a horkovzdušnou pojící komoru

#### **Výhody netkané textilie vyrobené Struto technologií v porovnání s klasickými technologiemi:**

1. lepší funkční vlastnosti – objemnost, odolnost vůči stlačení, dobrá zotavitelnost po zatížení, tepelně izolační vlastnosti, měkkící schopnost
2. stačí použít méně vlákenného materiálu pro získání srovnatelných vlastností

3. možnost zpracovávat všechny typy vláken včetně recyklovaných, přírodních i syntetických materiálů
4. nižší cena strojního zařízení, nižší spotřeba energie, menší zastavěná plocha v porovnání s klasickými produkčními linkami skládajícími se z příčného kladeče a vpichovacího stroje nebo postřikovacího zařízení se sušárnou
5. snadná recyklovatelnost a dobré hygienické vlastnosti výrobků v porovnání s polyuretanovou pěnou

#### **Využití výrobků vyrobených Struto technologií – příklady:**

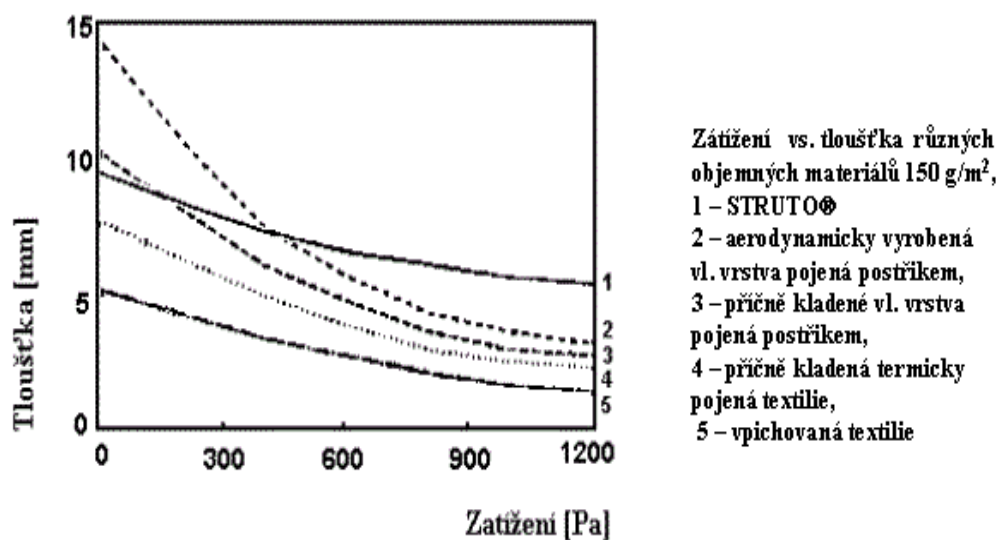
- matrace a nábytkářský průmysl jako náhrada polyuretanové pěny
- filtry – mokrá i suchá filtrace
- automobilový průmysl – netkaná textilie vyrobená Struto technologií je využívána díky své ojedinělé struktuře v nejrůznějších aplikacích
- výplňkový materiál pro přikrývky, polštáře a spací pytle
- tepelně izolační vrstvy
- hlukové izolace (Obr. 17)
- podklady pro dětská hřiště a sportovní plochy



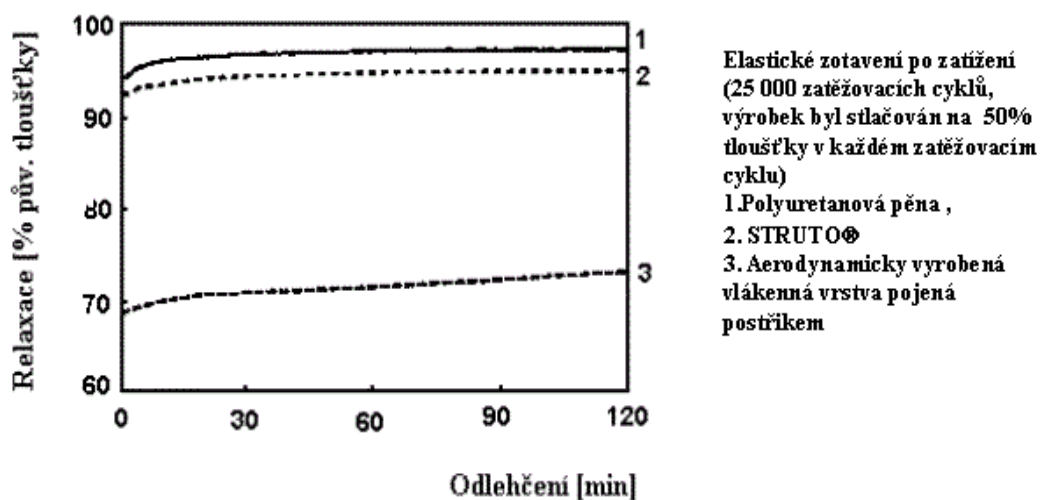
**Obrázek 17** Zvukově izolační hmota vyrobená Struto technologií dle [14]

## Odolnost vůči stlačení a elastickému zotavení

Díky kolmé orientaci vláken ve vlákenné vrstvě vykazují Struto textilie vynikající odolnost vůči stlačení a vysoký stupeň zotavení po zatížení. Zatěžovací křivky různých objemných materiálů jsou porovnány na obrázku 18. Elastické zotavení Struto výrobků po zatěžování je porovnáváno s polyuretanovou pěnou a standardní objemnou textilií na obrázku 19.



Obrázek 18 Zatížení versus tloušťka různých objemných materiálů dle [15]



Obrázek 19 Elastické zotavení a zatížení dle [15]

## **Filtrační vlastnosti materiálu vyrobeného Struto technologií**

Velká filtrační plocha – u filtrů se velice často využívá skládání filtračního média. Technologií Struto se skládané zafixované struktury dosahuje v jediné operaci.

Vysoká odlučivost v porovnání s ostatními materiály. Testy prováděné s prachem o stejné velikosti částic materiály vyrobené Struto technologií vykazují vyšší efektivitu při nízkém tlakovém spádu než ostatní filtrační materiály.

Vyšší jímavost – díky struktuře materiálů vyrobených technologií Struto se filtry (Obr. 20) vyznačují prokazatelně vyšší jímavostí než konvenční materiály.

Velmi nízká tlaková ztráta těchto materiálů - díky kolmému kladení dochází k zachycování částic, i když vzduch volně prochází filtračním médiem. To má za následek vysokou jímavost při nízké tlakové ztrátě.

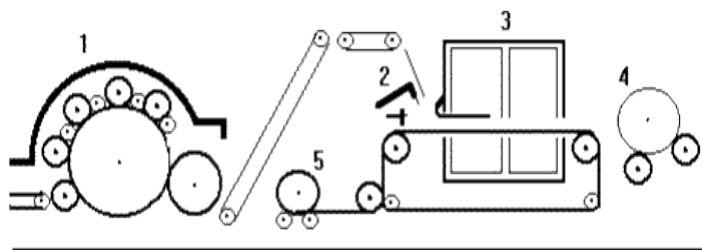


**Obrázek 20 Průřez filtrem kolmo kladené NT dle [15]**

## **Princip kolmého kladení Struto technologií**

Struto agregát (Obr. 21) obsahuje kolmý kladeč, horkovzdušnou pojící komoru a chladicí zónu. Směs základních a termoplastických vláken je zpracovávána mykacím strojem (1). Pavučina z mykacího stroje je formována vertikálním kladečem (2) do kolmých skladů na dopravníku horkovzdušné komory (3). Po propojení průchodem horkovzdušnou komorou prochází STRUTO chladicí zónou a je navíjeno (4). V případě aplikace podkladu je podkladová vrstva (5) přiváděna od podlahy k dopravníku

horkovzdušné komory. Podklad je spojován s kolmo kladenou vláknennou vrstvou během pojícího procesu. Tak vzniká kompozitní materiál v jedné operaci. [12]

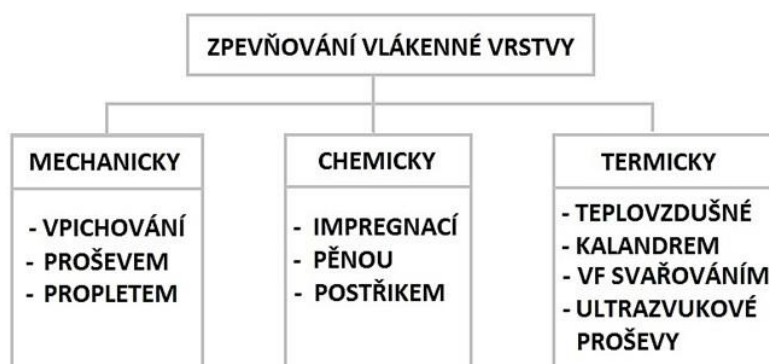


Obrázek 21 Struto agregát dle [15]

### Zpevnění vláknenných vrstev

Ke zpevnění vláknenných vrstev (Obr. 22) lze použít tyto způsoby:

- mechanické zpevňování (vpichování nebo zpevňování paprsky vody)
- chemické zpevňování (impregnace, stříkání pojiva, vzorové nanášení tiskem nebo nános raklí)
- termické zpevňování (prášky, směsování s bikomponentními pojivými vlákny, folie, mřížky)

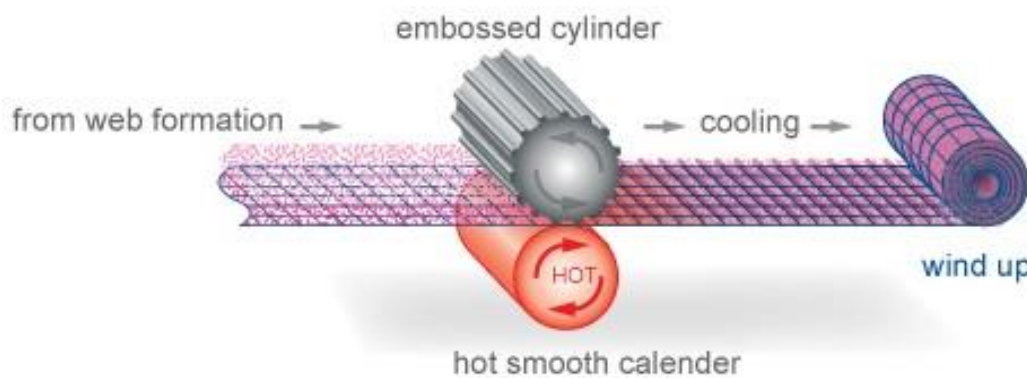


Obrázek 22 Schéma zpevňování vláknenné vrstvy dle [7]

### 1.3.6. Termické zpevňování

V této části bakalářské práce je charakterizován poslední způsob zpevnění vlákenné vrstvy, tedy termické zpevňování (Obr. 23).

Podstatou tohoto procesu je využití pojivých polymerů ve formě prášku nebo pasty, vrstvení vlákenné vrstvy s pojivou mřížkou nebo folií, případně příprava vlákenné vrstvy ze směsi základních a pojivých vláken (níže tající nebo bikomponentní vlákna). Poté dochází k tavení pojiva zvýšením teploty vrstvy, formování pojících míst a následuje zpevnění pojiva ochlazením. [13]



Obrázek 23 Termické zpevňování dle [16]

### 1.3.7. Směs základních a pojivých vláken

Nejčastěji jsou při termickém zpevňování vlákenných vrstev používána pojivá vlákna. Konkrétně se jedná o monokomponentní nebo bikomponentní vlákna. Charakteristika a typy bikomponentních vláken byly v této práci již zmíněny. Aby vlákno splnilo roli pojiva, musí mít některé specifické vlastnosti:

- vhodnou teplotu tání (Tabulka 2) vzhledem k tepelné odolnosti základních vláken a k požadavkům na tepelnou odolnost výrobků
- odolnost vůči tepelné a tepelně-oxidační degradaci při teplotě pojení
- nízkou srážlivost za tepla, vysoká srážlivost vede ke zužování výrobku a vzniku nerovnoměrností

- nízkou viskozitu taveniny, která se zajišťuje volbou polymeru s nižší molekulovou hmotností a vyšším indexem toku. Vysoká viskozita brání přeformování taveniny do pojících míst
- dobrou adhezi základním vláknům
- nízký obsah a vhodný typ povrchové preparace, která obecně snižuje adhezi a jejím odpařováním se znečišťuje ovzduší

**Tabulka 2 Teploty tání mono a bikomponentních vláken**

Vlákno	Teplota tání (°C)
PET	245 - 265
PP	160 - 175
PA	210 - 230
PET	115 - 135
PE/PET	130/250
PE/PP	130/175
CoPET/PET	110/250

Abychom docílili důkladného ojednocení a promísení surovin, použijeme dvojici mykacích strojů, mezi nimiž je vlákenná vrstva transportována příčným kladečem.

### **1.3.8. Folie nebo mřížka**

Kromě pojiv ve formě prášků se používají folie nebo mřížky. Folie se zhotovují kalandrováním nebo vytlačováním taveniny tryskami tvaru mezikruží. Mřížky jsou vyráběny zvlákňováním speciálními zvlákňovacími tryskami nebo prořezáváním folií a jejich následným roztahováním do šířky. Použití folií je vzhledem k nerovnoměrnému rozložení pojiva v objemu textilie omezené.





**Obrázek 24 Rozložení pojiva na NT dle [12]**

Právě stejnoměrnost rozložení pojiva (Obr. 24) u tepelně pojených textilií může ovlivnit adhezi pojiva s vlákny. Adheze je vzhledem k relativně malé ploše styku pojiva s vlákny (ve srovnání s textiliemi pojenými chemicky) velmi podstatná. Obecně platí, že adheze, tedy přilnavost, ulpívání látek na sobě, je mezi různými polymery tím vyšší, čím jsou si tyto polymery chemicky podobnější. Adheze je kritickou veličinou z hlediska mechanických vlastností výrobků a z hlediska jejich odolnosti v praní a chemickém čištění.

#### **Výhody pojení termoplasty**

- hygienická nezávadnost výrobků
- ekologicky přívětivý způsob výroby (odpadá skladování chemikálií apod.)
- jednodušší stroje
- vyšší rychlost výroby a produktivita zařízení
- nižší spotřeba energie

#### **Nevýhody pojení termoplasty**

- nižší tuhost, pevnost materiálu
- ušlechtlejší a dražší forma pojiv
- vyšší náročnost mísení vláken s pojivem
- vzhledem k nižší ploše styku vlákno – pojivo vznikají problémy se stabilitou výrobku v průběhu údržby
- snížení produkce výrobního zařízení, rounotvorným zařízením prochází i pojivo ve formě vláken

### 1.3.9. Teplovzdušné pojení

Tato technologie se nejčastěji používá při zpracování směšové vlákenné vrstvy, která se skládá ze základních a pojivých vláken. Dalšími možnostmi jsou již zmiňovaná folie nebo mřížka z termoplastického polymeru vložená mezi dvě vrstvy ze základních vláken. Teplovzdušně pojená vlákenná vrstva musí být propustná pro vzduch. Z tohoto důvodu je jí nutné v případě použití folie perforovat.

Pojivo se po roztavení přeskupuje a formuje mezi vlákny v závislosti na:

- viskozitě taveniny (funkci teploty, typu a molekulové hmotnosti polymeru)
- povrchovém napětí mezi základními vlákny a pojivem
- vzájemném uspořádání vláken ve vrstvě (objemnost, míra předzpevnění, orientace vláken) a s tím spojených kapilárních efektech
- mírou mechanického působení vzduchu na vrstvu a tím vyvolanými pohyby vláken

Tato technologie pojení je vhodná pro téměř jakákoliv základní vlákna. Omezení platí pouze z důvodu stupně znečištění povrchu vláken olejovými látkami. Ty se v průběhu teplovzdušného pojení odpařují a mohou způsobit nežádoucí znečištění ovzduší. Dalším nežádoucím aspektem je výrazné snížení adheze pojiva vůči povrchu pojených vláken.

Z hlediska plošné hmotnosti a objemové hmotnosti textilií umožňuje teplovzdušné pojení výroby široké škály výrobků. Ty mohou dosahovat plošnou hmotnost od 0,01 do 2 kg/m<sup>2</sup> a objemovou hmotnost 5 až 200 kg/m<sup>2</sup>. Většinou se s použitím této pojící technologie setkáváme při výrobě objemných textilií.

Samotný proces teplovzdušného pojení probíhá v horkovzdušné pojící komoře. Touto komorou prochází vlákenná vrstva s pojivem. Díky cirkulujícímu horkému vzduchu, jehož teplota je udržována ohřevným a regulačním systémem, dojde velmi rychle k ohřevu vrstvy. Rychlost ohřevu, respektive transport tepla je nejpomalejší

v případě pojení soustavy vláken s nízkou tepelnou vodivostí. Tepelný přenos je popsán rovnicí 1.

Rovnice tepelného přenosu

$$Q = \lambda \frac{\Delta T}{L} , \quad (1)$$

kde  $Q$  je množství tepla prošlé jednotkovou plochou za jednotku času [ $\text{J} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1} = \text{W} \cdot \text{m}^{-2}$ ],  $\lambda$  je součinitel tepelné vodivosti materiálu [ $\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ],  $\Delta T$  je teplotní rozdíl mezi dvěma teplosměnnými plochami [K] a  $L$  je vzdálenost teplosměnných ploch [m].

U výstupu z teplovzdušné komory zařízení pro termické pojení netkaných textilií (Obr. 25) nebo uvnitř může být umístěna dvojice horkých či chladných kalandrovacích válců. Vlivem tlaku na taveninu pojiva se zvýší pojící efekt. Nevýhodou je, že při tom dochází ke snížení objemnosti výrobku. [14]



Obrázek 25 Zařízení pro termické pojení NT dle [17]

## **2. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST**

V experimentální části bakalářské práce jsou popsány parametry materiálu, použitého na výrobu vzorků, postup jejich výroby, cyklické namáhání vzorků stlačováním na 50% jejich tloušťky (200 úderů za minutu po dobu 60 minut), následné provedení testu vzlínivosti a testu stlačitelnosti na 50% tloušťky vzorků. Výroba vzorků byla realizována v poloprovoze netkaných textilií. Testování vzorků proběhlo v laboratořích netkaných textilií.

### **2.1. Parametry použitého materiálu a vzorků**

Zde je popsán výběr materiálu a jeho parametry. Volbou výroby různých plošných hmotností a různých poměrů vláken byly vyrobeny vzorky různých vlastností. Testování těchto vzorků umožnilo sledovat rozdíly parametrů při měření.

#### **Vláknenný materiál**

Jako vláknenný materiál byla vybrána směs základních polyesterových vláken a pojivých bikomponentních vláken polyester/kopolyester. Přesněji polyesterová vlákna délky 80 mm. Pojivá vlákna bikomponent Elastomer coPolyester – plášť, PES – jádro (od firmy Teijin) délky 51 mm.

#### **Jemnost a poměry vláken**

Při výrobě vzorků byla použita polyesterová vlákna jemnosti 6,7 dtex. Pojivá vlákna bikomponent Elastomer coPolyester měla jemnost 4,1 dtex a obloučkovitost 12/in. Vzorky byly vyrobeny ve dvou poměrech (základní/pojivá vlákna) 50/50 a 70/30. Vznikly tedy dvě skupiny vzorků.

#### **Tloušťka a plošná hmotnost vzorků**

Tloušťka vzorků byla regulována při termickém pojení pomocí kovové mřížky, zatížené distančními železy. Tloušťka všech vzorků byla jednotná – 20 mm. Pro obě skupiny vzorků byly zvoleny dvě plošné hmotnosti – 500 g/m<sup>2</sup> a 800 g/m<sup>2</sup>.

## **2.2. Postup výroby vzorků**

V této části je popsán postup výroby vzorků. Podle výše popsaných parametrů byly vyrobeny čtyři typy různých vzorků. Z každého typu vzorku bylo použito čtyřicet osm kusů. Testy byly tedy dohromady prováděny na devadesáti šesti vzorcích.

### **2.2.1. Vážení a směsování**

K docílení potřebných poměrů bylo na digitální váze naváženo určité množství základních a pojivých vláken. Například pro poměr  $70/30 = 70\%$  základních polyesterových vláken a 30% pojivých bikomponentních vláken. Tímto způsobem byly připraveny jednotlivé navážky. Počet navážek byl určen a ovlivněn plošnou hmotností vzorků. Směsování vláken bylo provedeno ručně.

### **2.2.2. Mykání**

Mykání vlákenného materiálu bylo provedeno na válcovém mykacím stroji. Aby byla vlákna ve směsi dostatečně promíchána, bylo mykání provedeno celkem dvakrát. Po zapnutí mykacího stroje bylo určité množství připraveného promíseného materiálu nepřetržitě vkládáno do mykacího stroje a mykáno. Po prvním průchodu mykacím strojem vznikl nekladený namýkaný materiál, který byl znovu rozdělen a navážen do přesných dávek. Toto přesné množství bylo vytvořeno z důvodu dosažení požadované plošné hmotnosti. Po druhém mykání byla vlákenná vrstva navinuta na válec. Navinutí nahradilo podélné kladení vytvořené vlákenné vrstvy. Vzniklo rovnoměrné rouno požadované plošné hmotnosti.

Mykání bylo provedeno pro oba poměry vláken a pro obě plošné hmotnosti.

### **2.2.3. Termické pojení**

Vyrobené rouno bylo nastříháno na rozměry přibližně 105 x 105 cm a vloženo mezi kovové mřížky. Před vložení bylo mezi mřížkami pomocí distančních želez nastavena jednotná tloušťka 20 mm. Nastavená teplota zařízení pro termické pojení byla 180°C. Doba termického pojení byla 10 minut.

Termickým pojením bylo z vláknenné vrstvy vyrobeno celkem 8 plátů o rozměrech 100 x 100 cm. Konkrétně dva pláty o plošné hmotnosti 500 g/m<sup>2</sup> a poměru 50/50, dva pláty o plošné hmotnosti 800 g/m<sup>2</sup> a poměru 50/50, dva pláty o plošné hmotnosti 500 g/m<sup>2</sup> a poměru 70/30 a dva pláty o plošné hmotnosti 800 g/m<sup>2</sup> a poměru 70/30. Z těchto plátů byly nastříhány vzorky o rozměrech 10x10 cm (Obr. 26).



Obrázek 26 Vzorky objemné netkané textilie

## 2.3. Měření

V této části jsou popsány pomůcky, které byly použity pro měření cyklického namáhání stlačováním, vzlínivosti, cyklického zatěžování vzorků a použitý olej. Je zde také popsán postup a způsob provedení těchto zkoušek.

Měření vzlínivosti oleje a vody bylo provedeno na suchých vzorcích, mokrých vzorcích a vzorcích, které byly vystaveny cyklickému namáhání stlačováním. V závěru jsou uvedeny výsledky měření a jejich zapisování.

Test stlačitelnosti byl proveden na původních vyrobených vzorcích a na vzorcích, které byly vystaveny cyklickému namáhání stlačováním.

### 2.3.1. Namáhání vzorků stlačováním

Tento test spočíval v upevnění vzorků na papírovou podložku. Vzorky byly poté testovány na vpichovacím stroji, stlačování bylo prováděno deskou bez vpichovacích

jehel. Stroj byl nastaven na 50% tloušťky vzorků, tedy 10 mm. Po dobu 60 minut byly vzorky podrobeny cyklickému namáhání stlačováním o intenzitě 200 úderů za minutu. Test byl realizován v poloprovozu netkaných textilií.

Čtyři vzorky stejného poměru a stejné plošné hmotnosti byly vedle sebe samolepicí páskou nalepeny na podkladový papír a vloženy pod jehelní desku. Podkladový papír se vzorky byl na stroj přilepen lepicí páskou. Stroj byl zapnut a na digitálních stopkách byl naměřen čas 60 minut. Po dokončení zkoušky cyklického namáhání stlačováním byl stroj vypnut a vzorky vyjmuty ze stroje. Postupně byly stejným způsobem podrobeny testu cyklického namáhání stlačováním vždy další 4 vzorky stejného poměru a stejné plošné hmotnosti. Celkem bylo testu cyklického namáhání stlačováním podrobena 32 vzorků vyrobené netkané objemné textilie.

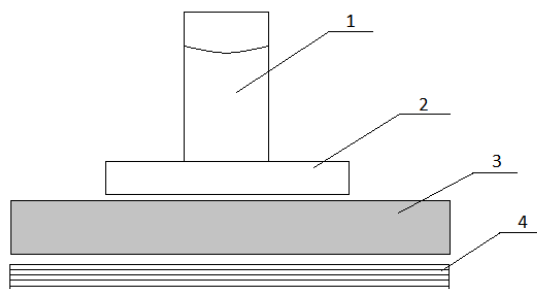
### **2.3.2. Měření vzlínivosti**

Při měření vzlínivosti byl zvolen postup, který byl modifikován podle normy Čas průniku tekutiny netkanou textilií (průrazová rychlost) EDANA 150.3 – 96. Tato metoda byla převzata z [15], určuje podmínky měření času potřebného k průniku daného množství tekutiny netkanou textilií. Norma je určena pro vrchní vrstvy dětských jednorázových a inkontinentních plen, které jsou vždy v kontaktu s absorpčním jádrem.

Pod testované vzorky bylo položeno 5 filtračních papírů o rozměrech 15 x 15 cm. Váha jednoho filtračního papíru byla přibližně 3,2 g. Filtrační papíry sloužily k zachycení vody nebo oleje, který protekl vzorkem a tudíž nezůstal v textilií. Před měřením byla sada filtračních papírů zvážena na digitálních vahách.

### **Pomůcky pro měření vzlínivosti**

Vzlínivost byla měřena pomocí nálevky (Obr. 27), která umožnila aplikovat vodu nebo olej do vzorků.



Obrázek 27 Schéma uspořádání měření: 1 – voda (olej), 2 - nálevka, 3 - netkaná textilie, 4 - filtrační papíry

Dále byly použity tyto pomůcky: odměrka, do které bylo odměřeno přesné množství (25 ml) vody nebo oleje a digitální stopky, kterými byl měřen čas vsaku vody nebo oleje do vzorku. Po ukončení měření byly použité filtrační papíry opět zváženy na digitálních vahách.

### **Použitá voda a olej**

Pro testování vzlínivosti zhotovených vzorků byla použita destilovaná voda a olej MOGUL M6AD. Destilovaná voda a olej byly na každém vzorku použity v množství 25 ml. Olej MOGUL M6AD patří mezi motorové oleje jednostupňové, jeho specifikace je SAE 40, API SC/CB. Je určen pro mazání nepřepřehňovaných čtyřdobých zážehových a vznětových motorů ve starších typech osobních i nákladních automobilů. [16]

### **Postup měření původních vyrobených vzorků**

Na zváženou sadu pěti filtračních papírů byl umístěn jeden testovaný vzorek. Doprostřed vzorku byla položena nálevka. Schéma uspořádání je znázorněno na obrázku 27. Do odměrky bylo odměřeno 25 ml oleje, které bylo aplikováno do nálevky. V momentu ukončení přenosu oleje do nálevky byly spuštěny digitální stopky. Byl měřen čas průsaku oleje testovaným vzorkem. Jakmile materiál pohltí celý objem oleje a nálevka zůstala prázdná, digitální stopky byly zastaveny.

Po ukončení sorpce byla z filtračních papírů odejmuta nálevka i testovaný vzorek. Sada pěti filtračních papírů byla zvážena na digitálních vahách.



Po každém použití byla nálevka očištěna a následoval stejný postup měření. Tímto způsobem bylo testováno vždy pět vzorků z každého typu.

Na mokré vzorky byl aplikován olej stejným způsobem. Pro zjištění množství oleje, které absorbovaly vzorky, musela být zjištěna váha 25 ml oleje.

Stejný postup měření vzlínivosti byl použit také na vzorky, které byly podrobeny zkoušce namáhání stlačováním. Toto měření bylo realizováno v laboratořích netkaných textilií.

### **2.3.3. Měření stlačitelnosti**

Toto měření bylo zvoleno proto, abychom zjistili odpor vzorků vůči stlačení. Odpor vůči stlačení (tzv. stlačitelnost) se vyjadřuje jako závislost tloušťky vzorku  $h$  na působícím tlaku  $p$  a pomocí funkce jej vyjádříme jako  $h=f(p)$ . Měření odporu vůči stlačení bylo provedeno zkušební metodou, která je modifikována z normy DIN 54 305 „Pružnost v tlaku vláknenných roun, netkaných textilií a vat“. [17]

Zkušební vzorky netkané textilie měly rozměry  $100 \pm 1$  mm x  $100 \pm 1$  mm a tloušťku  $20 \pm 1$  mm. Plocha zkušebních vzorků musí být větší než  $2500 \text{ mm}^2$  a nesmí přesahovat plochu stlačovací desky. V případě, že nemají zkoušené vzorky předepsanou tloušťku, je nutné navrstvit tak, aby jednotlivé vrstvy byly vzájemně pootočený vždy o  $90^\circ$  a celková tloušťka byla nejméně 50 mm. Norma stanovuje rychlost stlačování  $50 \text{ mm.min}^{-1}$  a minimální počet proměřovaných těles je tři. Pružnost v tlaku měřeného vzorku lze stanovit až po třetím zatěžovacím cyklu, kdy by měla být konstantní.

Test byl prováděn na přístroji INSTRON 4411 (Obr. 28) v laboratořích netkaných textilií. Tento přístroj je určen ke zjišťování mechanických vlastností délkových a plošných textilií. Lze na něm realizovat jednoosé namáhání tlakem, tahem a ohybem. Mezi nadstandardní zkoušky, které lze na tomto přístroji provádět, patří právě stlačování netkaných textilií. [18]



Obrázek 28 Přístroj INSTRON 4411 dle [18]

### **Postup měření stlačitelnosti**

Vzorky byly vloženy mezi speciální upínací čelisti kruhového průměru. Poté byly definovány výchozí parametry pro program LabTest verze 3 a spuštěno vlastní cyklické měření. Naměřená data byla uložena do připraveného souboru. Nakonec byly vzorky vyjmuty.

Před zahájením vlastního testu musel být v programu upraven parametr konkrétního měřeného vzorku, tedy tloušťka vzorku, nastavena výchozí poloha čelisti a vynulováno měřicí zařízení. Dále bylo nastaveno cyklické zatěžování na 50% tloušťky vzorku. Poté byl spuštěn test stlačitelnosti v pěti zatěžovacích cyklech. V průběhu měření přístroj zaznamenával odpor vůči stlačení v N.

Testovány byly původní vzorky i vzorky, které byly před tímto testem podrobeny cyklickému namáhání stlačováním. Výsledky byly zaznamenány do tabulky a data zpracována do grafické podoby.

## Zápis výsledků měření

Při měření vztlínání byly zapsány doby průsaku vody a oleje testovaným vzorkem [s] a hmotnosti filtračních papírů před měřením a po měření [g]. Při měření stlačitelnosti byl zapsán odpor vůči stlačení původních a namáhaných vzorků [N].

## 2.4. Vyhodnocení měření

### Doba vztlínání původních a namáhaných vzorků

Tabulka 3 Naměřené časy vztlínání

Časy vztlínání (s)	50/50 500g/m <sup>2</sup>	70/30 500g/m <sup>2</sup>	50/50 800g/m <sup>2</sup>	70/30 800g/m <sup>2</sup>
Voda na suché původní vzorky	5,60	2,98	6,28	3,50
Voda na suché namáhané vzorky	7,96	5,92	10,26	4,88
rozdíl	2,36	2,94	3,98	1,38
Olej na suché původní vzorky	63,20	105,00	109,60	117,24
Olej na suché namáhané vzorky	78,60	122,40	199,82	119,60
rozdíl	15,40	17,40	90,22	2,36
Olej na mokré původní vzorky	55,00	65,50	247,20	114,20
Olej na mokré namáhané vzorky	65,82	121,40	118,22	86,20
rozdíl	10,82	55,90	-128,98	-28,00

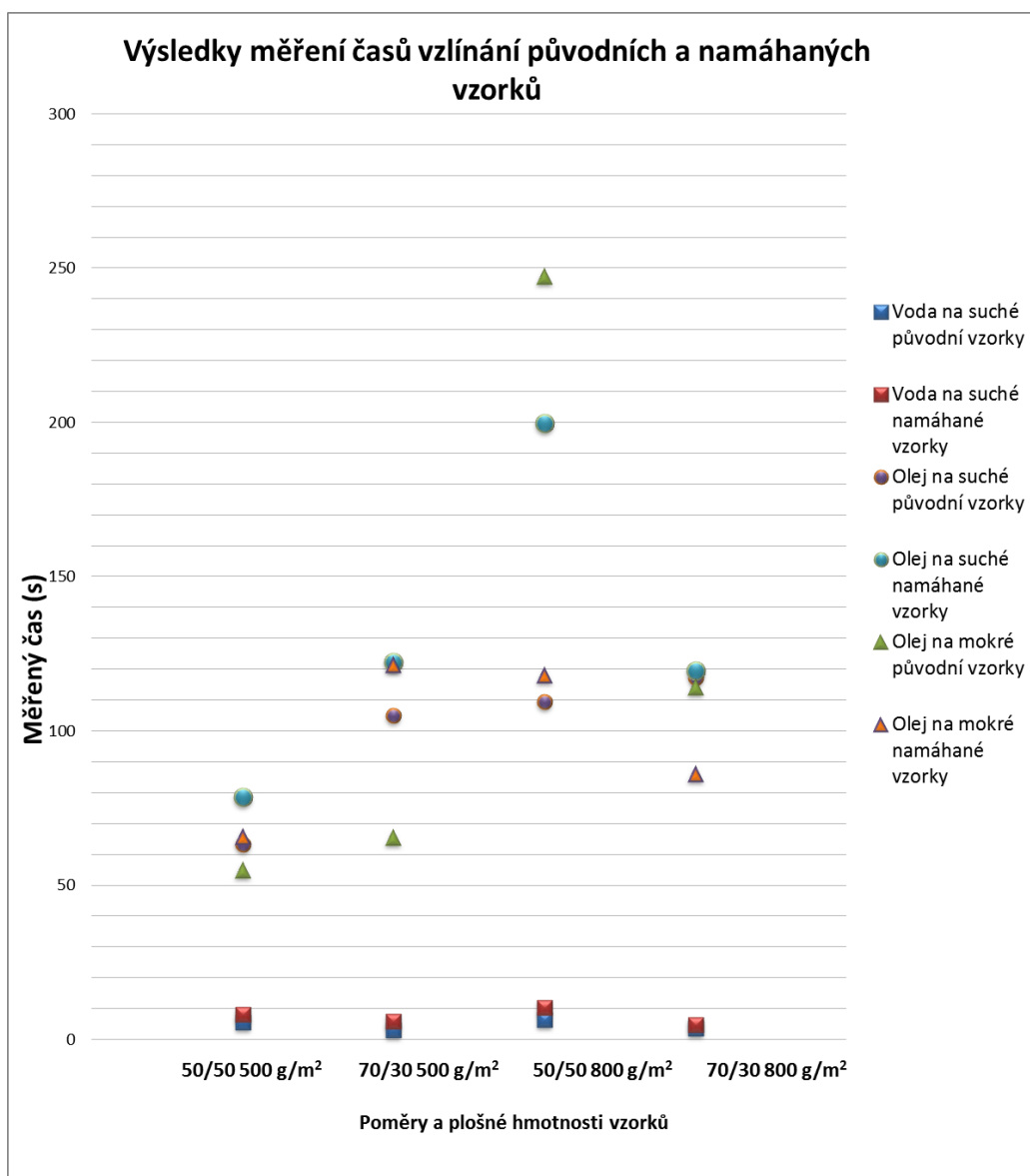
Z tabulky 3 je patrné, že čas vztlínání vody naměřený na původních a namáhaných vzorcích se výrazně neliší. U testovaných vzorků složení 50/50 plošné hmotnosti 500 g/m<sup>2</sup> byl zjištěn rozdíl 2,36 s, u vzorků 70/30 500 g/m<sup>2</sup> byl rozdíl 2,94 s, u vzorků 50/50 800 g/m<sup>2</sup> byl rozdíl 3,98 s a u vzorků 70/30 800 g/m<sup>2</sup> činil rozdíl 1,38 s. Původní vzorky absorbovaly vodu rychleji než vzorky namáhané.

Podobný jev, kdy jsou rozdíly porovnatelné, sledujeme u času vztlínání oleje na původních a namáhaných vzorcích složení 50/50 a 70/30 plošné hmotnosti 500 g/m<sup>2</sup>. Rozdíly zde činí 15,4 s a 17,4 s. I v tomto případě absorbovaly původní vzorky olej rychleji než vzorky namáhané. U vzorků složení 50/50 a 70/30 plošné hmotnosti 800 g/m<sup>2</sup> je naopak rozdíl v naměřeném čase vztlínání oleje výrazný. Zatímco u složení 50/50 činí 90,22 s, u složení 70/30 je pouze 2,36 s. (Tab. 3)

Ještě výraznější odlišnost v rozdílech časů můžeme v tabulce 3 pozorovat u mokrých vzorků, na které byl aplikován olej. U složení 50/50 plošné hmotnosti 500

$\text{g/m}^2$  činí rozdíl časů 10,82 s, u vzorků složení 70/30 plošné hmotnosti  $500 \text{ g/m}^2$  je rozdíl časů 55,9 s. Opět ve prospěch původních vzorků, jejichž sorpce byla rychlejší. Nejzajímavější je výsledek u vzorků složení 50/50 a 70/30 plošné hmotnosti  $800 \text{ g/m}^2$ . V prvním případě činil rozdíl 128,98 s a u druhého vzorku byl 28 s. (Tab. 3). Zajímavé je, že namáhané vzorky absorbovaly rychleji. Tento jev mohl být ovlivněn vyšší plošnou hmotností nebo přítomností vody ve vzorcích. Pokud bychom chtěli tyto hypotézy potvrdit nebo vyvrátit, museli bychom vzorky podrobit dalšímu zkoumání.

Grafické zpracování naměřených časů zobrazuje obrázek 29.



Obrázek 29 Graf časů vztlínání (s)

### Množství navzlínané vody a oleje ve vzorcích

Množství vody v obou poměrech a plošných hmotnostech namáhaných vzorků je vyšší než ve vzorcích původních, jak je patrné z tabulky 4. Zatímco u vzorku 50/50 500 g/m<sup>2</sup> je rozdíl pouze 0,15 ml, u vzorku 70/30 500 g/m<sup>2</sup> činí rozdíl 6,07 ml, u vzorku 50/50 800 g/m<sup>2</sup> je 2,11 ml a u vzorku 70/30 800 g/m<sup>2</sup> je 1,25 ml.

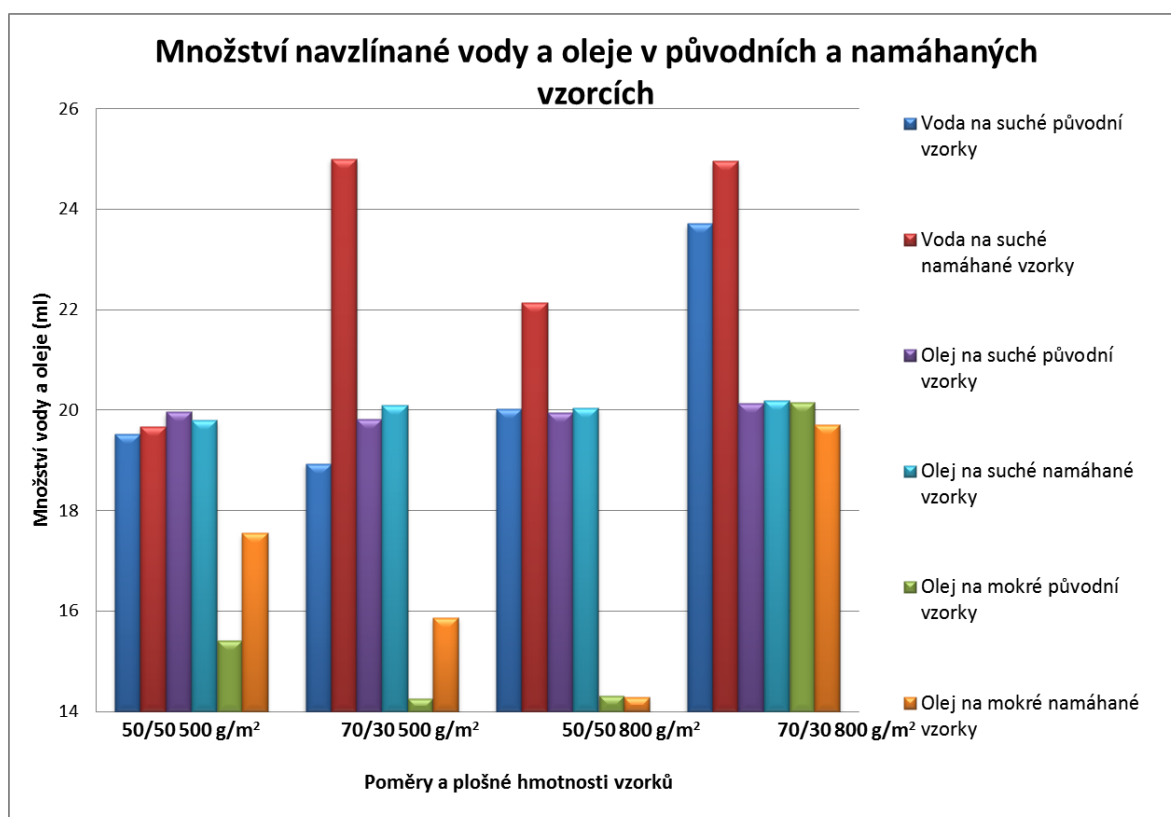
V případě oleje je však situace jiná. U suchého vzorku 50/50 500 g/m<sup>2</sup> absorboval namáhaný vzorek nepatrně menší množství oleje než vzorek původní. Rozdíl činí 0,16 ml oleje ve prospěch namáhaného vzorku. U vzorku 70/30 500 g/m<sup>2</sup> činí rozdíl absorbovaného oleje 0,28 ml, u vzorku 50/50 800 g/m<sup>2</sup> je 0,09 ml a u vzorku 70/30 800 g/m<sup>2</sup> je 0,06 ml. Množství je tedy srovnatelné. (Tabulka 4)

Zajímavé jsou výsledky aplikace oleje na mokré vzorky. Zatímco u mokrého vzorku 50/50 500 g/m<sup>2</sup> je rozdíl 2,11 ml a u vzorku 70/30 500 g/m<sup>2</sup> je 1,58 ml ve prospěch namáhaného vzorku, u vyšší plošné hmotnosti absorbovaly původní mokré vzorky oleje více. U poměru 50/50 je to 0,05 ml a u poměru 70/30 je to 0,46 ml. (Tabulka 4)

Tabulka 4 Množství tekutiny ve vzorcích (ml)

Množství navzlínané tekutiny (ml)	50/50 500g/m <sup>2</sup>	70/30 500g/m <sup>2</sup>	50/50 800g/m <sup>2</sup>	70/30 800g/m <sup>2</sup>
Voda na suché původní vzorky	19,53	18,93	20,02	23,71
Voda na suché namáhané vzorky	19,68	25,00	22,13	24,96
rozdíl	0,15	6,07	2,11	1,25
Olej na suché původní vzorky	19,96	19,82	19,95	20,14
Olej na suché namáhané vzorky	19,80	20,10	20,03	20,20
rozdíl	-0,16	0,28	0,09	0,06
Olej na mokré původní vzorky	15,44	14,28	14,33	20,16
Olej na mokré namáhané vzorky	17,55	15,86	14,28	19,70
rozdíl	2,11	1,58	-0,05	-0,46

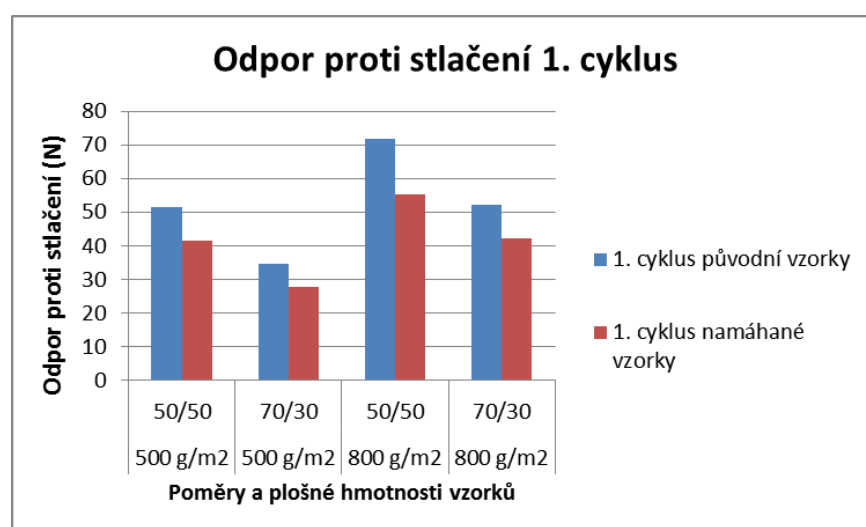
Všechny naměřené údaje, zaznamenané v tabulce 4 jsou graficky znázorněny na obrázku 30.



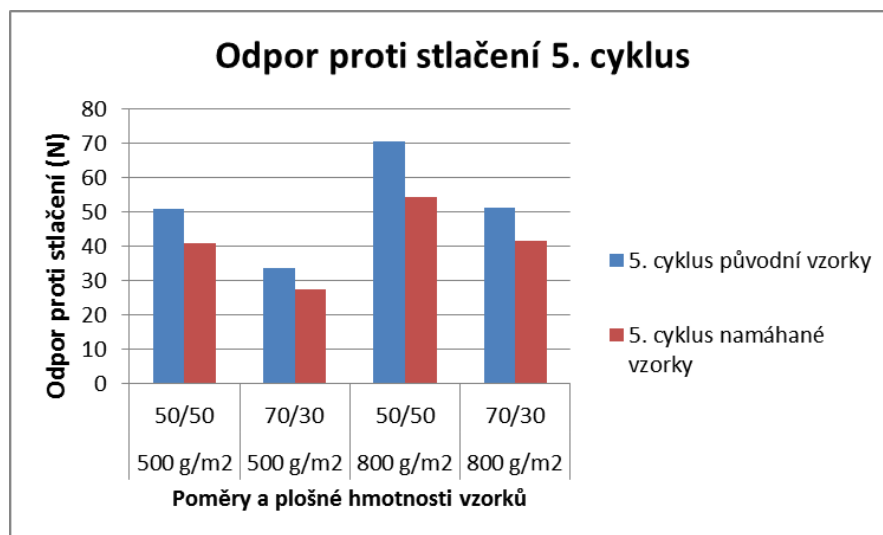
Obrázek 30 Graf množství vody a oleje

### Výsledky stlačování vzorků

Hodnoty odporu původních a namáhaných vzorků v 1. cyklu stlačování jsou graficky zpracovány na obrázku 31. Z tohoto grafu je patrné, že síla, nutná ke stlačení původních vzorků byla vyšší než u vzorků namáhaných.



Obrázek 31 Graf stlačování 1. cyklus



Obrázek 32 Graf stlačování 5. cyklus

Stejný výsledek je patrný z grafického zpracování hodnot 5. cyklu stlačování vzorků (Obr. 32). Lze tedy konstatovat, že namáhání vzorků ovlivnilo sílu, nutnou k jejich stlačení.

## ZÁVĚR

Jak již bylo v úvodu zmíněno, cílem této bakalářské práce bylo zkoumání vlastností objemných netkaných termicky spojených textilií. Konkrétně pomocí experimentu pozorovat, zda cyklické namáhání stlačováním ovlivnilo sorpční a mechanické vlastnosti vzorků. V úvahu byly brány různé poměry vláken a různé plošné hmotnosti vzorků. Zjištěné rozdíly v hodnotách původních a namáhaných vzorků nepřinesly jednoznačnou odpověď na tuto otázku.

Z grafického zpracování výsledků zkoušek vzlínání vody a oleje lze pozorovat fakt, že namáhané vzorky reagují rozdílným způsobem než vzorky původní. Nebyla však zjištěna souvislost mezi plošnou hmotností, popřípadě poměrem vzorků a rychlostí absorpce kapalin.

Zatímco všechny typy suchých původních vzorků absorbovaly vodu nepatrně rychleji než vzorky namáhané, v případě vzlínání oleje lze u vzorků 50/50 800 g/m<sup>2</sup> pozorovat výrazný časový nárůst. Mokrý namáhané vzorky 50/50 a 70/30 plošné hmotnosti 800 g/m<sup>2</sup> naopak absorbovaly olej rychleji než vzorky původní. Podobné rozdílné výsledky lze pozorovat z grafického zpracování množství navzlínaného oleje a vody. Výrazně vyšší množství vody při porovnání s ostatními vzorky je možné pozorovat u suchých vzorků poměru 70/30 plošných hmotností 500 g/m<sup>2</sup> a 800 g/m<sup>2</sup>. Nejnižší množství navzlínaného oleje bylo naměřeno na mokřích vzorcích poměru 70/30 plošných hmotností 500 a 800 g/m<sup>2</sup>.

Z naměřených hodnot testu stlačitelnosti je patrné, že síla, nutná ke stlačení původních vzorků byla vyšší než u vzorků namáhaných.

Výsledky této práce by mohly být podkladem pro další zkoumání vlastností objemných netkaných termicky spojených textilií. Nabízí se možnost výroby a testování vzorků více různých tloušťek, poměrů a plošných hmotností.



## LITERATURA

[1] JIRSÁK, Oldřich a Klára KALINOVÁ. Netkané textilie. Liberec: Technická univerzita, 2003. ISBN 80-708-3746-2.

[2] Nano[studijní] materiály. Technické textilie. Nanoed.tul.cz [online]. [cit. 2015-04-28]. Dostupné z:

[https://nanoed.tul.cz/pluginfile.php/596/mod\\_resource/content/2/TTX1\\_%C3%9Avod.pdf](https://nanoed.tul.cz/pluginfile.php/596/mod_resource/content/2/TTX1_%C3%9Avod.pdf)

[3] EDANA. What are nonwovens? Edana.org [online]. [cit. 2015-04-28]. Dostupné z: <http://www.edana.org/discover-nonwovens/what-are-nonwovens->

[4] MILITKÝ, Jiří. Textilní vlákna. Klasická a speciální. Liberec: Technická univerzita, září 2002. ISBN 80-7083-644-X.

[5] ŠKOLA TEXTILU. Textilní terminologie – zbožíznalství. Vlákná, příze a nitě. Škola textilu.cz [online]. [cit. 2015-04-28].

Dostupné z:

<http://www.skolertextilu.cz/elearning/455/textilni-terminologie-zboziznalstvi/vlakna-prize-a-nite/Textilni-vlakna-jako-surovina-jejich-morfologie-vlastnosti-oznacovani-pri-prodeji-a-jeho-identifikace.html>

[6] THE UNIVERSITY OF TENNESSEE Knoxville. Bicomponent fibres. Engr.utk.edu [online]. [cit. 2015-04-28].

Dostupné z: <http://www.engr.utk.edu/mse/pages/Textiles/Bicomponent%20fibers.htm>

[7] DUGAN Jeff. Fiber Inovation Technology, Inc. Johnson City, Tennessee, USA, 1999. Critical Factors in Engineering Segmented Bicomponent Fibers for Specific End Uses. Fitfibers.com [online]. [cit. 2015-04-28].

Dostupné z: [www.fitfibers.com/files/Splittable%20Fibers.doc](http://www.fitfibers.com/files/Splittable%20Fibers.doc)

[8] KHT, TZ\_07\_Ostatní chemická vlákna. Kht.tul.cz [online]. [cit. 2015-04-28].

Dostupné z: [www.kht.tul.cz/.../TZ1\\_07\\_Ostatni%20chemicka%20vlakna\\_2013.pptx](http://www.kht.tul.cz/.../TZ1_07_Ostatni%20chemicka%20vlakna_2013.pptx)

[9] Nano[studijní] materiály. Výroba netkaných textilií. Netkané textilie materiály. Nanoed.tul.cz [online]. [cit. 2015-04-28].

Dostupné z:

[https://nanoed.tul.cz/pluginfile.php/1006/mod\\_resource/content/2/Netkan%C3%A9%20textilie-materi%C3%A1ly%201.pdf](https://nanoed.tul.cz/pluginfile.php/1006/mod_resource/content/2/Netkan%C3%A9%20textilie-materi%C3%A1ly%201.pdf)

[10] EDANA. How they're made? Formation. Edana.org [online]. [cit. 2015-04-28].

Dostupné z: <http://www.edana.org/discover-nonwovens/how-they%27re-made/formation>

[11] Nano[studijní] materiál. Thermal and chemical technologies of nonwovens production 2/2. Thermal bonding methods. Nanoed.tul.cz [online]. [cit. 2015-04-28].

Dostupné z: <https://nanoed.tul.cz/mod/resource/view.php?id=598>

[12] JILANA. Technologie Struto<sup>®</sup>. Jilana.cz [online]. [cit. 2015-04-28]. Dostupné z: <http://www.jilana.cz/about/technologie.html>

[13] EDANA. How they're made? Thermal bonding. Edana.org [online]. [cit. 2015-04-28]. Dostupné z: <http://www.edana.org/discover-nonwovens/how-they%27re-made/bonding>

[14] Nano[studijní] materiály. Výroba netkaných textilií. Netkané textilie – technologie 7. Nanoed.tul.cz [online]. [cit. 2015-04-28]. Dostupné z: [https://nanoed.tul.cz/pluginfile.php/1014/mod\\_resource/content/2/Netkan%C3%A9%20textilie%20technologie%207.pdf](https://nanoed.tul.cz/pluginfile.php/1014/mod_resource/content/2/Netkan%C3%A9%20textilie%20technologie%207.pdf)

[15] EDANA. Test methods. Edana.org [online]. [cit. 2015-04-28]. Dostupné z: <http://www.edana.org/newsroom/news-announcements/news-article/2015/04/10/nonwoven-filter-media-help-provide-clean-drinking-water-worldwide>

[16] PARAMO. Mogul M6AD. E-shop.paramo.cz [online]. [cit. 2015-04-28]. Dostupné z: <https://eshop.paramo.cz/produkty/KatalogovyList.aspx?kodproduktu=V531305>

[17] BEUTH. DIN 54305:1976-02. Beuth.de [online]. [cit. 2015-04-28]. Dostupné z: <http://www.beuth.de/de/norm/din-54305/759064>

[18] Katedra textilních technologií. INSTRON 4411. Ktt.tul.cz [online]. [cit. 2015-04-28]. Dostupné z: [http://www.ktt.tul.cz/?page=pristroje&action=detail&nextaction=view&id\\_pristroje=2](http://www.ktt.tul.cz/?page=pristroje&action=detail&nextaction=view&id_pristroje=2)

#### Zdroje obrázků:

[1] ANDRITZ. Product. Andritz.com [online]. [cit. 2015-04-28]. Dostupné z: <http://www.andritz.com/other-industries-and-products/oi-nonwovens-textile.htm>

[2] MICRON PLUS. Netkané textilie. Netkaná textilie technická. Micronplus.cz [online]. [cit. 2015-04-28]. Dostupné z: <http://www.micronplus.cz/netkane-textilie>

[3] Lignofix Morava. Geotextilie DB 200 g. Lignofix-morava.cz [online]. [cit. 2015-04-28]. Dostupné z: <http://lignofix-morava.cz/Geotextilie-DB-200g>

[4] Moje party. Dekorační textilie, satény, tyly a organzy pro slavnostní výzdobu stolů i interiéru. Moje party.cz [online]. [cit. 2015-04-28]. Dostupné z: <http://www.mojeparty.cz/dekoracni-textilie/>

[5] Chytrá máma. Látkové versus jednorázové pleny. Chytramama.cz [cit. 2015-04-28]. Dostupné z: <http://chytramama.cz/latkove-versus-jednorazove-pleny/>

[6] SGL GROUP. Insulation material in automotive. Sglgroup.com [online]. [cit. 2015-04-28]. Dostupné z: [https://www.sglgroup.com/cms/international/applications/automotive/applications/insulation\\_material\\_in\\_automotive.html?\\_\\_locale=en&market=/international/applications/automotive/index.html](https://www.sglgroup.com/cms/international/applications/automotive/applications/insulation_material_in_automotive.html?__locale=en&market=/international/applications/automotive/index.html)

[7] NIS Nábytkářský informační systém. Struktura výroby netkaných textilií. N-i-s.cz [cit. 2015-04-28]. Dostupné z: <http://www.n-i-s.cz/cz/netkane-textilie/page/457/>

[8] Grand View Research. Nonwoven Fabrics Market Analysis By Product (Polypropylene, Polyesters, Nylon). Global nonwovens fabrics market volume by product, 2012 – 2014. Grandviewresearch.com [online]. [cit. 2015-04-28]. Dostupné z:

<http://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/nonwoven-fabrics-market>

[9] THE UNIVERSITY OF TENNESSEE Knoxville. Bicomponent fibres. Engr.utk.edu [online]. [cit. 2015-04-28].

Dostupné z: <http://www.engr.utk.edu/mse/pages/Textiles/Bicomponent%20fibers.htm>

[10] MILITKÝ, Jiří. Textilní vlákna. Klasická a speciální. Liberec: Technická univerzita, září 2002. ISBN 80-7083-644-X.

[11] CHALOUPEK Jiří. Nano[studijní] materiály. Netkané textilie. Technologická část 1. Nanoed.tul.cz [online]. [cit. 2015-04-28]. Dostupné z: [https://nanoed.tul.cz/pluginfile.php/1008/mod\\_resource/content/2/Netkan%C3%A9%20textilie-technologie1.pdf](https://nanoed.tul.cz/pluginfile.php/1008/mod_resource/content/2/Netkan%C3%A9%20textilie-technologie1.pdf)

[12] PRIMA OBCHOD. Netkaná textilie šíře 90 cm nažehlovací prošitá KARI. Prima-obchod.cz [online]. [cit. 2015-04-28]. Dostupné z: <http://www.prima-obchod.cz/netkana-textilie-sire-90cm-nazehlovaci-prosita-kari-z100684>

[13] THE UNIVERSITY OF TENNESSEE Knoxville. Dry-laid nonwovens Engr.utk.edu [online]. [cit. 2015-04-28]. Dostupné z: <http://www.engr.utk.edu/mse/pages/Textiles/Dry%20Laid%20Nonwovens.htm>

[14] TNTRADE. Odhlučnění. AIREN sAilent Light 25 (480x480x25). Tntrade.cz [online]. [cit. 2015-04-28]. Dostupné z: [http://www.shop.tntrade.cz/airen-silent-light-25-480x480x25-\\_d157335.html](http://www.shop.tntrade.cz/airen-silent-light-25-480x480x25-_d157335.html)

[15] JILANA. Struto ® Technology Prime Line. Jilana.cz [online]. [cit. 2015-04-28]. Dostupné z: <http://www.jilana.cz/products/vyrobky.html>

[16] CONWED Global netting solutions. Nonwoven processes. Conwedplastics.com [online]. [cit. 2015-04-28]. Dostupné z: <http://www.conwedplastics.com/en/about/plastic-netting-101/netting-usability>

[17] Nano[studijní] materiál. Thermal and chemical technologies of nonwovens production 2/2. Thermal bonding methods. Nanoed.tul.cz [online]. [cit. 2015-04-28]. Dostupné z: <https://nanoed.tul.cz/mod/resource/view.php?id=598>

## **PŘÍLOHY**

### **OBSAH**

Příloha č. I: Hodnoty naměřené na testovaných vzorcích.....	45
Příloha č. II.: Výsledky měření časů vzlínání původních a namáhaných vzorků.....	47
Příloha č. III: Množství navzlínané kapaliny v původních a namáhaných vzorcích.....	48
Příloha č. IV: Hodnoty stlačování původních a namáhaných vzorků.....	49

# Příloha č. I: Hodnoty naměřené na testovaných vzorcích

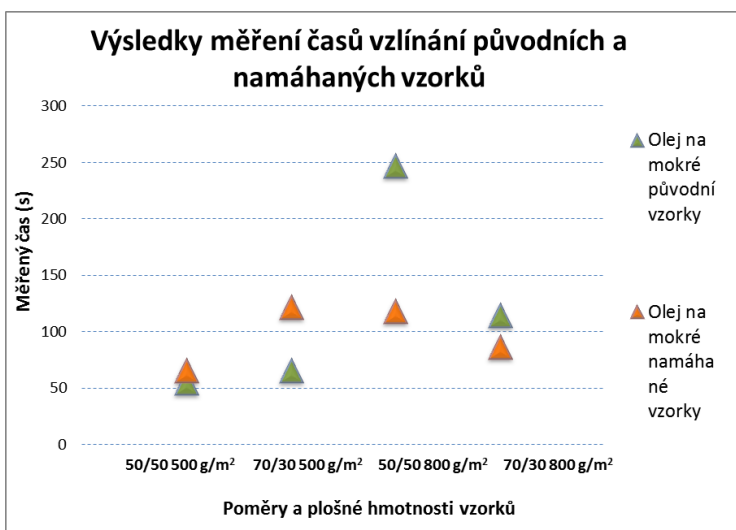
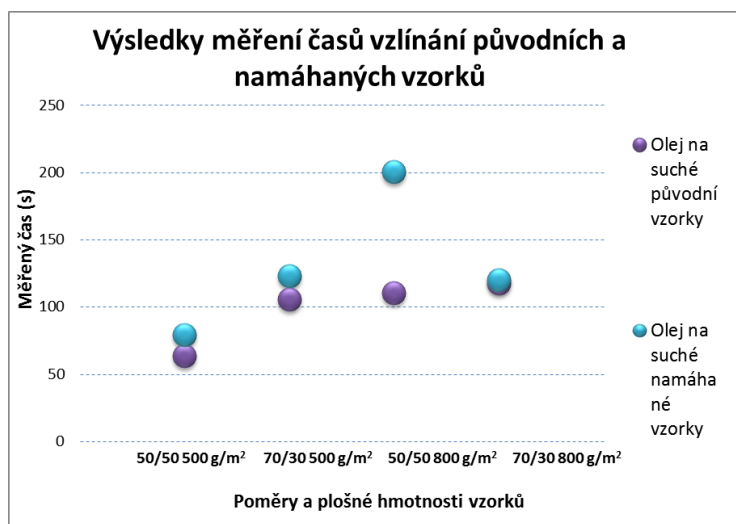
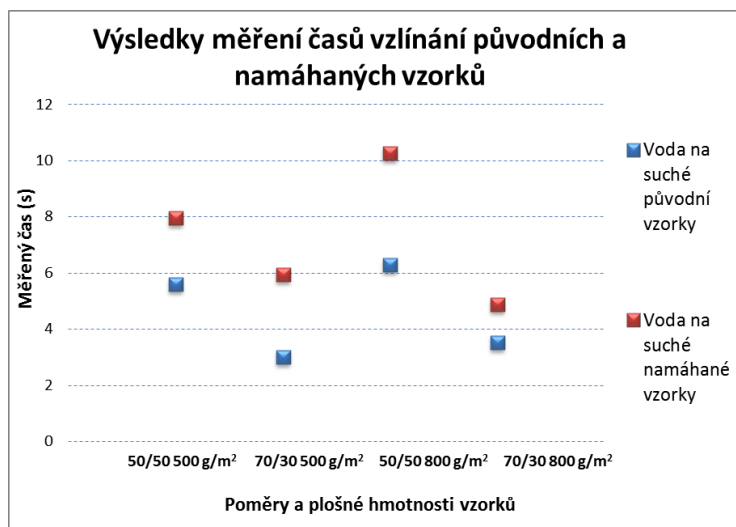
VODA (25 g - 25 ml) na suché vzorky				OLEJ (20,2 g - 25 ml) na suché vzorky				OLEJ (20,2 g - 25 ml) na mokré vzorky (voda)			
70/30 500 g/m2	čas (s)	hmotnost (g) před	hmotnost(g) po	čas (s)	hmotnost(g) před	hmotnost (g) po	čas (s)	hmotnost (g) před	hmotnost (g) po	čas (s)	hmotnost (g) po
1.vzorek	3,4	15,66	20,22	96	15,53	15,55	60,5	15,2	20,72		
2.vzorek	2,5	15,9	21,3	117	15,49	15,72	57	16,23	20,4		
3.vzorek	3,2	16,01	23,5	107	15,04	15,92	76	16,5	23,2		
4.vzorek	2,8	15,7	22,1	107	15,55	15,9	65	16,3	23		
5.vzorek	3	15,7	22,2	98	15,4	15,8	69	16	22,5		
průměry hodnot	<b>2,98</b>	18,93	<b>105</b>		19,824	<b>65,5</b>		14,282			
70/30 800 g/m2	čas (s)	hmotnost (g) před	hmotnost(g) po	čas (s)	hmotnost(g) před	hmotnost (g) po	čas (s)	hmotnost (g) před	hmotnost (g) po	čas (s)	hmotnost (g) po
1.vzorek	3,4	14,9	15,33	132	15,58	15,75	114	14,98	14,99		
2.vzorek	3,5	14,9	16,01	120,2	15,53	15,54	140	14,99	14,99		
3.vzorek	3,9	15,2	17,1	110	15,53	15,53	93	15,09	15,14		
4.vzorek	3,5	15	16,5	112	15,6	15,65	112	15	15,08		
5.vzorek	3,2	15	16,5	112	15,6	15,65	112	15	15,08		
průměry hodnot	<b>3,5</b>	23,712	<b>117,24</b>		20,144	<b>114,2</b>		20,156			
50/50 500 g/m2	čas (s)	hmotnost (g) před	hmotnost(g) po	čas (s)	hmotnost(g) před	hmotnost (g) po	čas (s)	hmotnost (g) před	hmotnost (g) po	čas (s)	hmotnost (g) po
1.vzorek	5	18,9	23,5	55	15,9	16,1	51	15,9	18,9		
2.vzorek	5,2	18,8	22,6	52	16,2	16,4	60	16,05	23,6		
3.vzorek	6,4	15,8	22,55	74	16,2	16,6	54	16,28	20,53		
4.vzorek	5,9	17,9	24	66	16	16,2	55	16,4	20,9		
5.vzorek	5,5	17,9	24	69	16	16,2	55	16,4	20,9		
průměry hodnot	<b>5,6</b>	19,53	<b>63,2</b>		19,96	<b>55</b>		15,44			
50/50 800 g/m2	čas (s)	hmotnost (g) před	hmotnost(g) po	čas (s)	hmotnost(g) před	hmotnost (g) po	čas (s)	hmotnost (g) před	hmotnost (g) po	čas (s)	hmotnost (g) po
1.vzorek	4,9	14,96	22,6	124	16,09	16,36	236	15,67	20,17		
2.vzorek	8,1	15,46	17,5	108	15,8	15,9	270	15,37	22,6		
3.vzorek	6,2	15	18,2	96	15,7	16,1	220	16,5	20,1		
4.vzorek	6	15,5	21	108	16	16,3	255	15,8	22,8		
5.vzorek	6,2	15,5	22	112	16,1	16,3	255	15,9	22,9		
průměry hodnot	<b>6,28</b>	20,024	<b>109,6</b>		19,946	<b>247,2</b>		14,334			

VODA (25 g - 25 ml) na suché vzorky				OLEJ (20,2 g - 25 ml) na suché vzorky				OLEJ (20,2 g - 25 ml) na mokré vzorky (voda)			
70/30 500 g/m2	čas (s)	hmotnost (g) před	hmotnost(g) po	čas (s)	hmotnost(g) před	hmotnost (g) po	čas (s)	hmotnost (g) před	hmotnost (g) po	čas (s)	hmotnost (g) po
1.vzorek	6,3	15,6	15,6	118	19,82	20,01	114	16,1	16,3		
2.vzorek	5,4	15,6	15,6	115	16,01	16,03	129	16	22,3		
3.vzorek	5,9	15,6	15,6	137	16,07	16,3	120,5	15,4	18,9		
4.vzorek	6	15,6	15,6	121	16	16,03	120,5	16	21,9		
5.vzorek	6	15,6	15,6	121	16	16,03	123	16	21,8		
průměr hodnot	<b>5,92</b>	25	<b>122,4</b>		20,1	<b>121,4</b>		15,86			
70/30 800 g/m2	čas (s)	hmotnost (g) před	hmotnost(g) po	čas (s)	hmotnost(g) před	hmotnost (g) po	čas (s)	hmotnost (g) před	hmotnost (g) po	čas (s)	hmotnost (g) po
1.vzorek	5,2	15,7	15,7	119	16,07	16,07	74	12,4	14,7		
2.vzorek	4,5	15,7	15,7	120,2	16,07	16,07	100	15,5	15,5		
3.vzorek	4,7	15,7	15,8	120,1	16,07	16,07	83	15,5	15,6		
4.vzorek	5	15,7	15,7	119,3	16,7	16,7	86	15,6	15,6		
5.vzorek	5	15,7	15,8	119,4	16,7	16,7	88	15,5	15,6		
průměr hodnot	<b>4,88</b>	24,96	<b>119,6</b>		20,2	<b>86,2</b>		19,7			
50/50 500 g/m2	čas (s)	hmotnost (g) před	hmotnost(g) po	čas (s)	hmotnost(g) před	hmotnost (g) po	čas (s)	hmotnost (g) před	hmotnost (g) po	čas (s)	hmotnost (g) po
1.vzorek	9	16,6	25	81	16,07	16,47	56	15,67	18,9		
2.vzorek	6,9	16,03	23,8	60,5	16,1	16,3	60,1	16,6	22,7		
3.vzorek	7,9	15,7	17,23	93	16,1	16,7	75	15,8	17,3		
4.vzorek	8	16,1	20,1	79	16	16,4	69	15,9	17		
5.vzorek	8	16,2	21,1	79,5	16,1	16,5	69	15,8	17,1		
průměr hodnot	<b>7,96</b>	19,68	<b>78,6</b>		19,8	<b>65,82</b>		17,554			
50/50 800 g/m2	čas (s)	hmotnost (g) před	hmotnost(g) po	čas (s)	hmotnost(g) před	hmotnost (g) po	čas (s)	hmotnost (g) před	hmotnost (g) po	čas (s)	hmotnost (g) po
1.vzorek	9,9	15,68	16,6	180,08	16,25	16,4	120,1	16,03	21		
2.vzorek	9	15,68	16,2	196	16,15	16,16	119	16,08	22,9		
3.vzorek	12	15,2	22,4	220	16,15	16,4	112	16,3	22,3		
4.vzorek	10,1	15,5	18,3	201	16,2	16,45	121	16,1	22		
5.vzorek	10,3	15,6	18,5	202	16,23	16,4	119	16,1	22		
průměr hodnot	<b>10,26</b>	22,132	<b>199,816</b>		20,034	<b>118,22</b>		14,282			

Plošná hmotnost	Složení	1. cyklus původní vzorky (N)	1. cyklus namáhané vzorky (N)
500 g/m <sup>2</sup>	50/50	51,66	41,62
500 g/m <sup>2</sup>	70/30	34,74	28,03
800 g/m <sup>2</sup>	50/50	71,77	55,56
800 g/m <sup>2</sup>	70/30	52,37	42,33

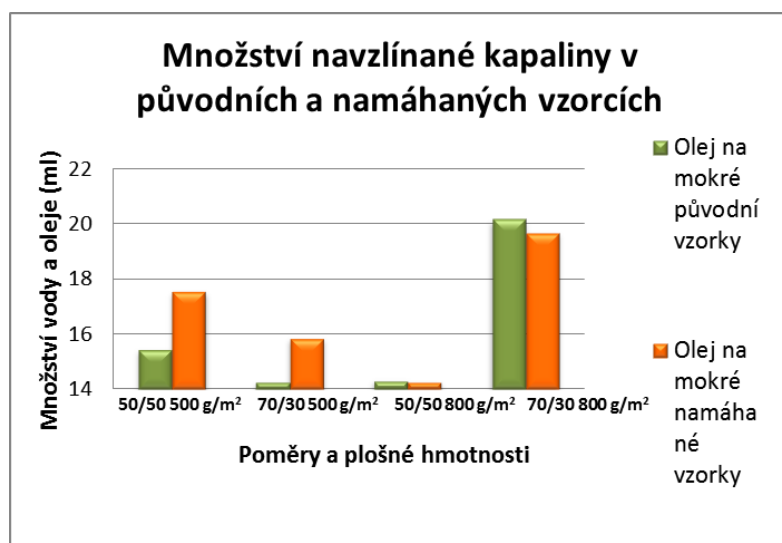
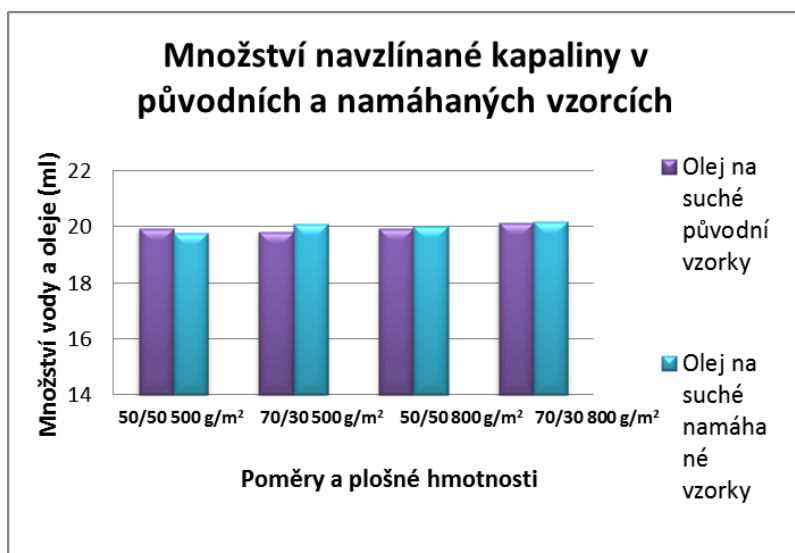
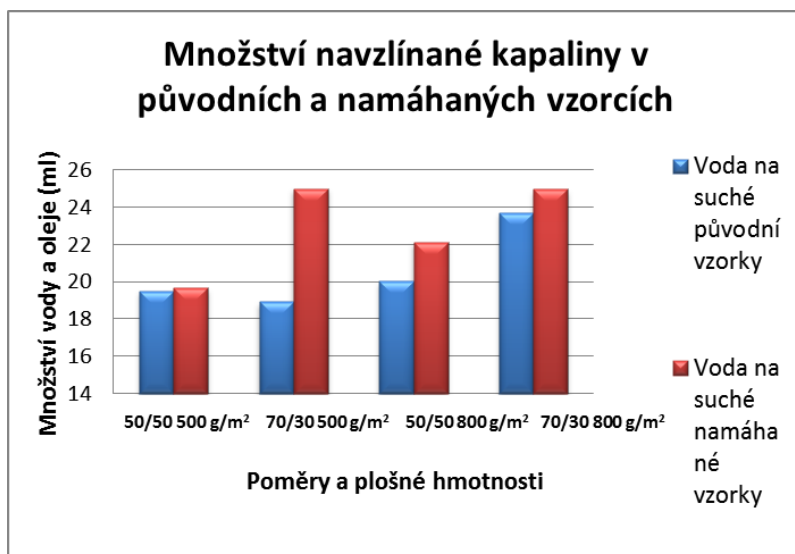
Plošná hmotnost	Složení	5. cyklus původní vzorky (N)	5. cyklus namáhané vzorky (N)
500 g/m <sup>2</sup>	50/50	50,95	40,92
500 g/m <sup>2</sup>	70/30	33,68	27,51
800 g/m <sup>2</sup>	50/50	70,52	54,34
800 g/m <sup>2</sup>	70/30	51,12	41,79

Příloha č. II.: Výsledky měření časů vzlínání původních a namáhaných vzorků

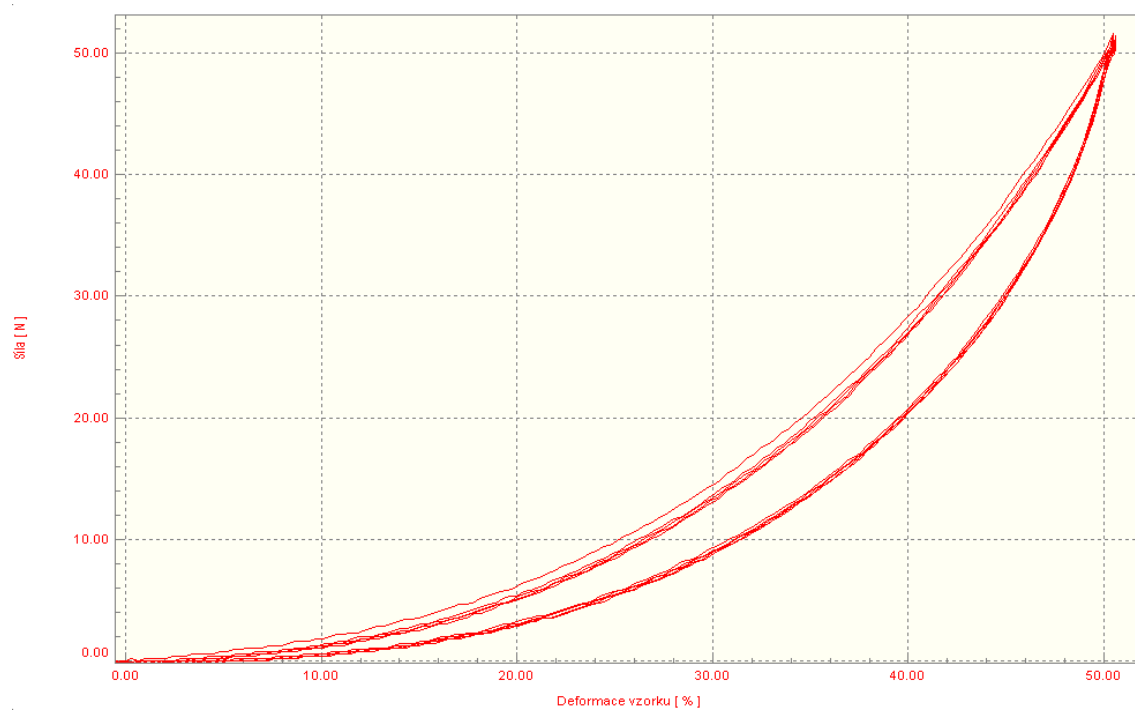




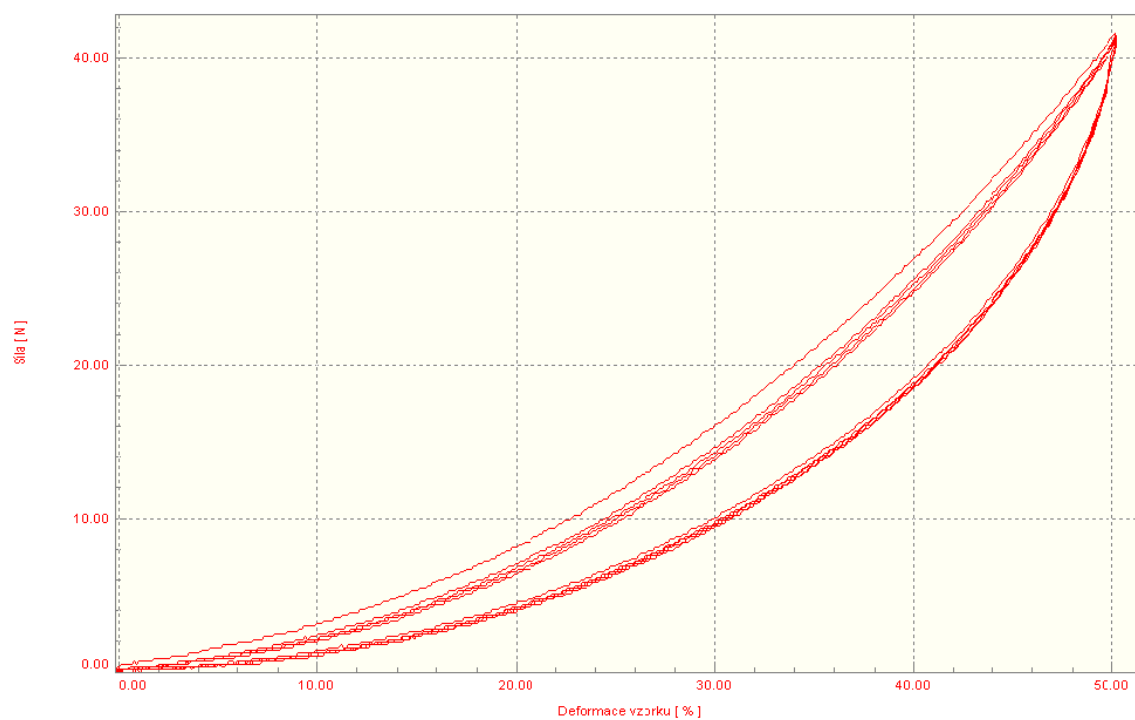
Příloha č. III: Množství navzlínané kapaliny v původních a namáhaných vzorcích



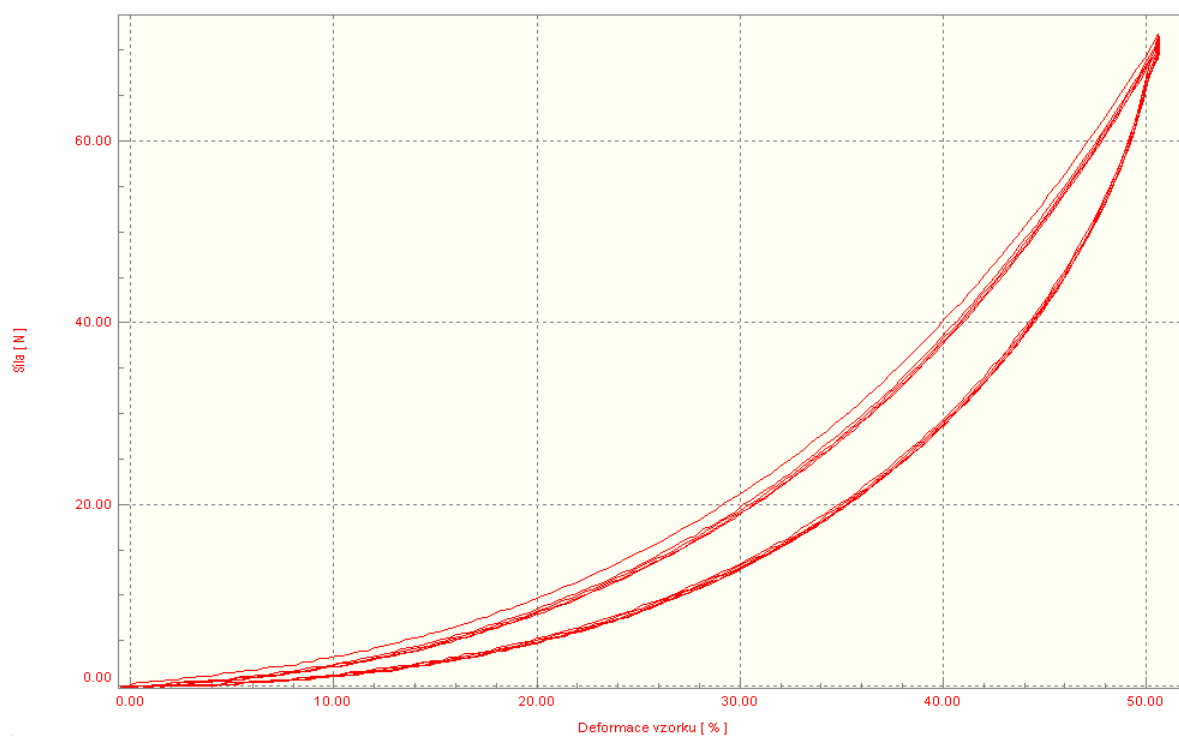
Příloha č. IV: Hodnoty stlačování původních a namáhaných vzorků



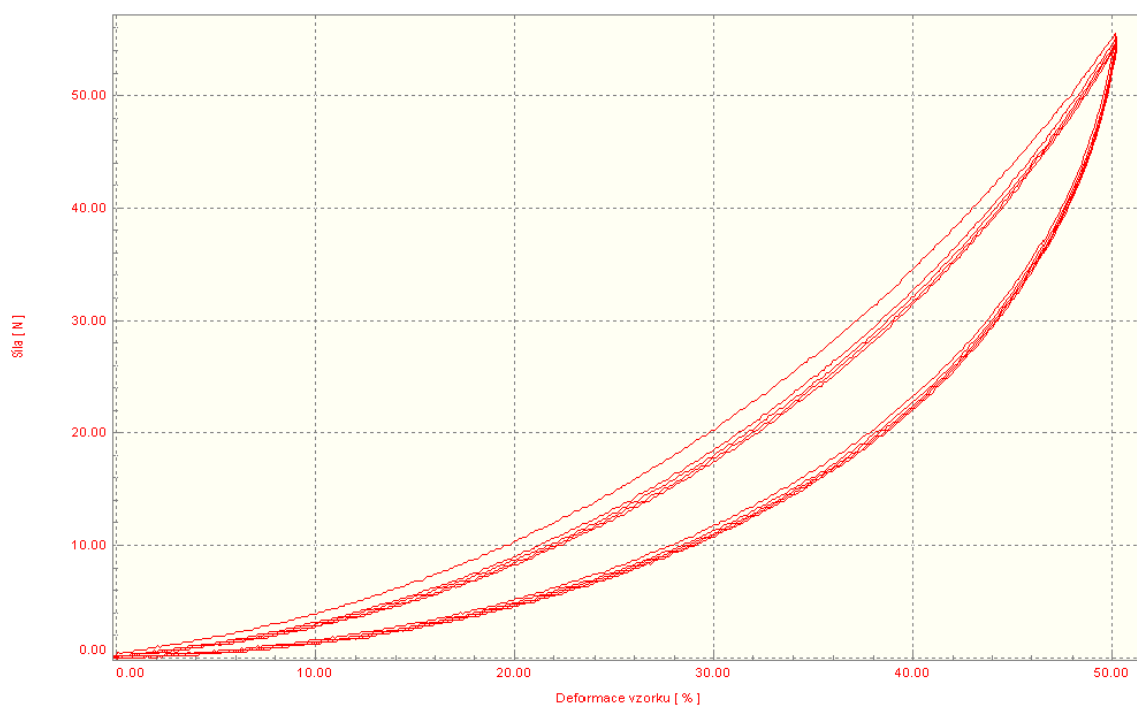
Obrázek 33 Graf stlačování původního vzorku 50/50 500 g/m<sup>2</sup>



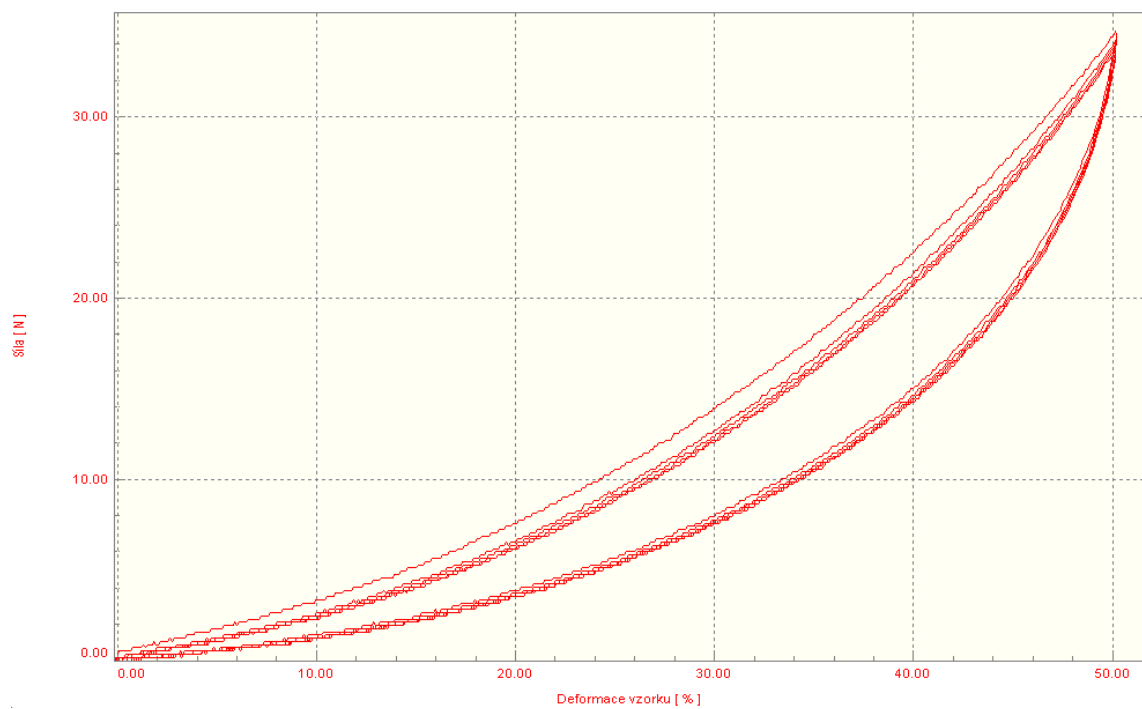
Obrázek 34 Graf stlačování namáhaného vzorku 50/50 500 g/m<sup>2</sup>



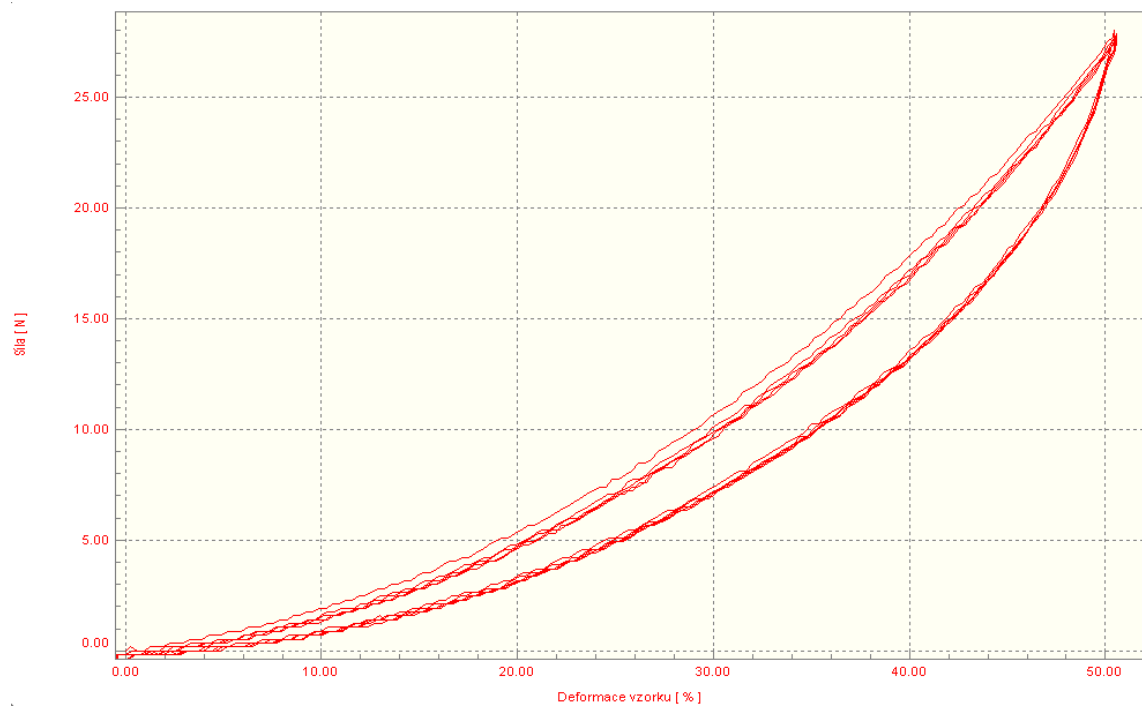
Obrázek 35 Graf stlačování původního vzorku 50/50 800 g/m<sup>2</sup>



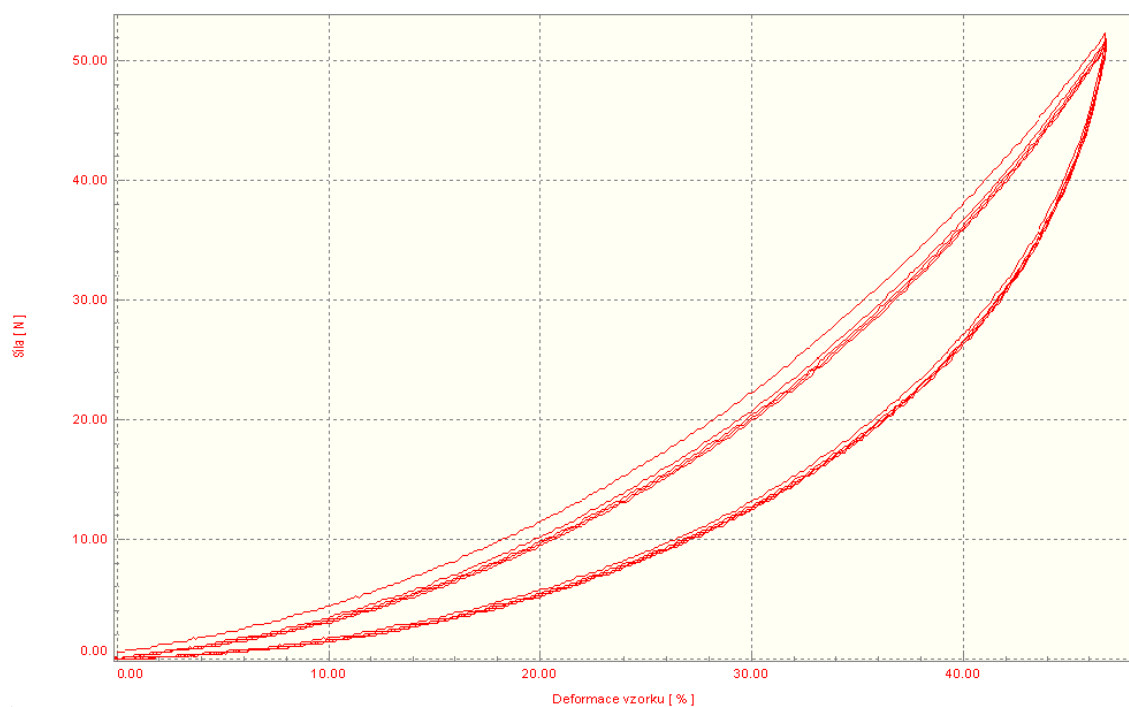
Obrázek 36 Graf stlačování namáhaného vzorku 50/50 800 g/m<sup>2</sup>



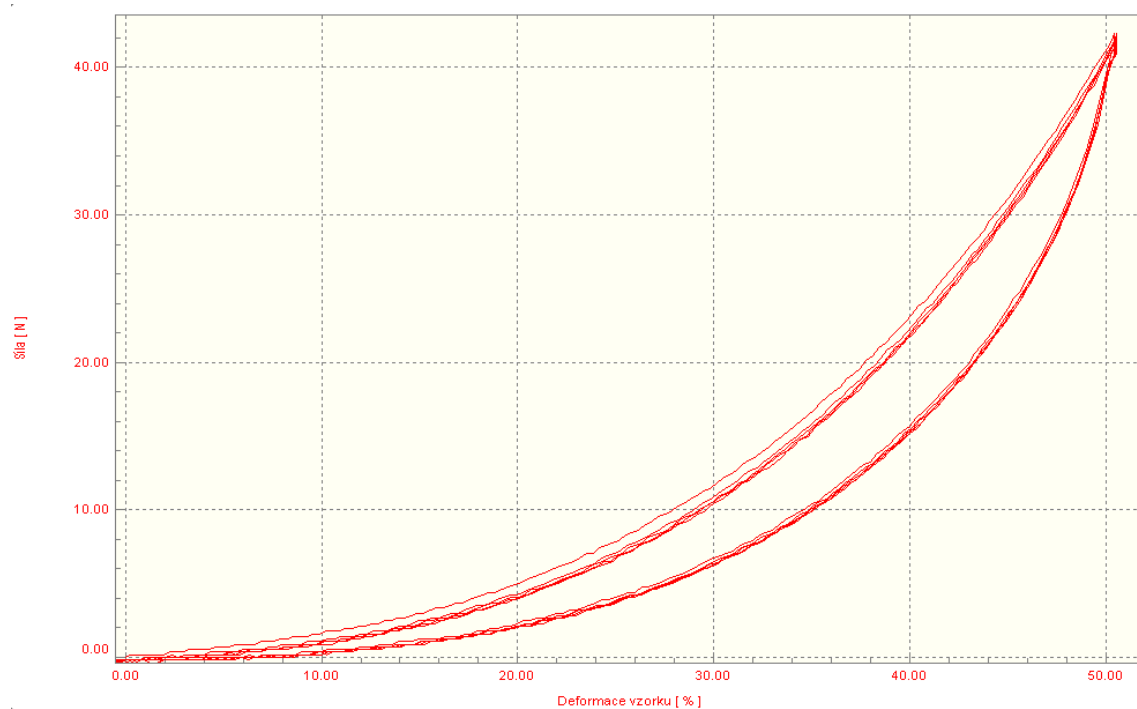
Obrázek 37 Graf stlačování původního vzorku 70/30 500 g/m<sup>2</sup>



Obrázek 38 Graf stlačování namáhaného vzorku 70/30 500 g/m<sup>2</sup>



Obrázek 39 Graf stlačování původního vzorku 70/30 800 g/m<sup>2</sup>



Obrázek 40 Graf stlačování namáhaného vzorku 70/30 800 g/m<sup>2</sup>